



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH YANG  
EFISIEN UNTUK *BASEMENT ONE EAST RESIDENCE*  
APARTMENT DENGAN MEMPERHATIKAN PROSES  
MOBILISASI MATERIAL**

ULIN NUHA  
NRP. 03111440000037

Dosen Pembimbing I  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD

Dosen Pembimbing II  
Yusroniya Eka Putri R. W., ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH YANG  
EFISIEN UNTUK *BASEMENT ONE EAST RESIDENCE*  
APARTMENT DENGAN MEMPERHATIKAN PROSES  
MOBILISASI MATERIAL**

ULIN NUHA  
NRP. 03111440000037

Dosen Pembimbing I  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD

Dosen Pembimbing II  
Yusroniya Eka Putri R. W., ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT – RC14-1501

**EVALUATION OF EFFICIENT RETAINING WALL FOR  
ONE EAST RESIDENCE APARTMENT CONSIDERING  
MATERIAL MOBILIZATION PROCESS**

ULIN NUHA

NRP. 03111440000037

Advisor I

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD

Advisor II

Yusroniya Eka Putri R. W., ST, MT

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH YANG EFISIEN  
UNTUK *ONE EAST RESIDENCE APARTMENT* DENGAN  
MEMPERHATIKAN PROSES MOBILISASI MATERIAL**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ULIN NUHA**

NRP. 03111440000037

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc., PhD .....  
(Pembimbing I)
2. Yusroniya Eka Putri R.W, ST, MT .....  
(Pembimbing I)



*Indrasurya B. Mochtar*

*[Signature]*

**SURABAYA  
JULI, 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# **EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH YANG EFISIEN UNTUK *ONE EAST RESIDENCE APARTMENT* DENGAN MEMPERHATIKAN PROSES MOBILISASI MATERIAL**

**Nama Mahasiswa** : Ulin Nuha  
**NRP** : 03111440000037  
**Departemen** : Teknik Sipil FTSLK-ITS  
**Dosen Pembimbing** :1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar,  
MSc, PhD  
2. Yusroniya Eka Putri R.W, ST, MT

## **Abstrak**

*One East Residence Apartment* adalah salah satu apartemen di Surabaya yang merencanakan pembangunan basement untuk pemanfaatan lahan parkir. Basement yang direncanakan terdiri dari 3 lantai, dengan elevasi 11,5 meter di bawah tanah. Perencanaan struktur basement ini harus stabil dan kuat menahan tekanan tanah lateral, dengan kondisi tanah proyek yang dominan lunak. Hasil uji *Standard Penetration Test (SPT)* menunjukkan bahwa tanah proyek memiliki nilai *NSPT* kurang dari 10 atau dapat dikategorikan tanah lempung atau lunak. Oleh karena itu, basement pada proyek ini memerlukan dinding penahan tanah yang mampu menahan tekanan tanah lateral yang disebabkan oleh tanah lunak tersebut.

Basement *One East Residence Apartment* direncanakan dinding penahan tanah dengan jenis *soldier pile*. Basement dikerjakan dengan menggunakan metode *bottom up*. Namun, saat pekerjaan basement berlangsung, *soldier pile* mengalami pergeseran yang mengakibatkan ketidakteraturan hal tersebut dikarenakan defleksi dinding penahan tanah. hal tersebut berakibat pada kerusakan bangunan sekitar. Selain itu, saat



*pekerjaan soldier pile ini berlangsung, terjadi kebisingan dan kemacetan pada Jalan Raya Kertajaya Indah dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno atau Middle East Ring Road (MERR).*

*Pada tugas akhir ini, dilakukan evaluasi pada dinding penahan tanah soldier pile yang sudah ada menggunakan metode Stress and Deformation : Beam on Elastic Foundation. Hasil panjang dinding penahan tanah yang diperoleh yaitu 25 m. panjang tersebut aman terhadap pengaruh uplift dan heave. Dari hasil evaluasi kemudian dilakukan perencanaan ulang soldier pile dan alternatif dinding penahan tanah secant pile dan diaphragm wall. Dari hasil evaluasi diperoleh nilai defleksi maksimum untuk soldier pile eksisting sebesar 11,5 cm, soldier pile rencana sebesar 0,74 cm, dan alternatif secant pile sebesar 0,84 cm. Diameter untuk soldier pile dan secant pile adalah 1 meter. Proses mobilisasi material direncanakan untuk alternatif secant pile untuk mengurangi kemacetan jalan raya yang terjadi.*

***Kata kunci : basement, beam on elastic foundation, diaphragm wall, dinding penahan tanah, efisien, heave, One East Residence Apartment, proses mobilisasi, secant pile, soldier pile, uplift***

# **EVALUATION OF EFFICIENT RETAINING WALL FOR ONE EAST RESIDENCE APARTMENT CONSIDERING MATERIAL MOBILIZATION PROCESS**

**Student's Name** : Ulin Nuha  
**NRP** : 03111440000037  
**Major** : Teknik Sipil FTSLK-ITS  
**Advisor** :1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar,  
MSc, PhD  
2. Yusroniya Eka Putri R.W, ST, MT

## **Abstract**

*One East Residence Apartment is one of the apartments in Surabaya that plans to build a basement for the use of parking lots. The planned basement consists of 3 floors, with elevation of 11.5 meters underground. The planning of this basement structure must be stable and strong resist lateral soil pressures, with soft dominant soil project conditions. Standard Penetration Test (SPT) test results indicate that the project soil has an NSPT value of less than 10 or can be categorized as clay or soft soil. Therefore, the basement on this project requires a retaining wall capable of resisting lateral soil pressures caused by the soft soil.*

*Basement One East Residence Apartment planned retaining wall with type soldier pile. Basement is done by using the bottom up method. However, as the basement work progresses, the soldier pile undergoes a shift resulting in irregularities due to deflection of the retaining wall. it results in damage to the surrounding buildings. In addition, when this soldier pile work took place, there was noise and congestion on Jalan Raya Kertajaya Indah and Dr. Road. Ir. H. Soekarno or Middle East Ring Road (MERR).*

*In this final project, an evaluation on existing pier soldier pile wall using Stress and Deformation method: Beam on Elastic Foundation. The result of retaining wall length is 25 m. the length is safe against the influence of uplift and heave. From the evaluation results then re-soldier pile re-planning and alternative soil wall secant pile wall and diaphragm wall. From the evaluation result obtained maximum deflection value for existing soldier pile of 11,5 cm, soldier pile plan equal to 0,74 cm, and alternative secant pile equal to 0,84 cm. Diameter for soldier pile and secant pile is 1 meter. The material mobilization process is planned for secant pile alternatives to reduce road congestion occurring.*

***Keywords: basement, beam on elastic foundation, diaphragm wall, retaining wall, efficient, heave, One East Residence Apartment, mobilization process, secant pile, soldier pile, uplift***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Dinding Penahan Tanah yang Efisien untuk *Basement One East Residence Apartment* dengan Memperhatikan Proses Mobilisasi Material” ini dengan baik.

Harapan penulis dengan adanya laporan tugas akhir ini, penulis sebagai mahasiswa Teknik Sipil ITS mendapat pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses perencanaan serta pekerjaan proyek dengan benar.

Pada kesempatan ini pula, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada para pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini, antara lain:

1. Orang tua dan keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan dalam proses pembuatan laporan ini
2. Bapak Prof. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ibu Yusroniya Eka Putri R. W., ST, MT sebagai dosen pembimbing 2 yang telah membimbing selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Ibu Prof. Ir. Noor. Endah, MSc, PhD sebagai dosen pengajar mata kuliah Teknik Penulisan Ilmiah sekaligus dosen konsultasi yang telah memberi banyak motivasi kepada penulis.
5. Teman-teman Pengendali Tanah yang menjadi teman bertukar ide dan pikiran selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman S57 yang telah berjuang bersama selama 4 tahun ini.

7. Beserta semua pihak yang turut membantu sehingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir penulis. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa, khususnya mahasiswa jurusan teknik sipil dan bagi pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
Abstract .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	4
1.3    Batasan Masalah.....	5
1.4    Tujuan Tugas Akhir.....	5
1.5    Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II .....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Distribusi Statitik.....	7
2.2    Korelasi Data Tanah.....	8
2.3    Tekanan Tanah Lateral .....	9
2.4    Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	14
2.5    Analisa <i>Heave (Hydrodynamic)</i> .....	17
2.6    Analisa <i>Uplift</i> .....	20

2.7	<i>Beam on Elastic Foundation Method</i> .....	20
2.8	<i>Soldier Pile</i> .....	23
2.9	<i>Diaphragm Wall</i> .....	24
2.10	<i>Secant Pile</i> .....	26
2.11	Program Bantu.....	29
BAB III.....		31
METODOLOGI .....		31
BAB IV .....		35
ANALISA DATA TANAH DAN DATA EKSISTING .....		35
4.1	Data Tanah .....	35
4.2	Pengolahan Parameter Tanah .....	36
4.3	Data Eksisting.....	42
BAB V.....		43
EVALUASI DAN PERENCANAAN.....		43
5.1	Perencanaan Panjang Dinding Penahan Tanah .....	43
5.2	Evaluasi Struktur <i>Soldier Pile</i> Eksisting <i>Basement One East Residence Apartment</i> .....	57
5.3	Perencanaan Ulang <i>Soldier Pile</i> dengan Metode <i>Beam on Elastic Foundation</i> .....	101
5.4	Perencanaan Alternatif Dinding Penahan Tanah <i>Secant Pile</i> 154	
5.5	Alternatif Dinding Penahan Tanah <i>Diaphragm Wall</i> 221	
BAB VI .....		223
PROSES MOBILISASI MATERIAL.....		223
6.1	Perencanaan Zona di Dalam Proyek.....	223

6.2	Perencanaan Alat untuk Mobilisasi Material .....	226
6.3	Perencanaan Proses Mobilisasi Material .....	228
BAB VII .....		233
KESIMPULAN DAN SARAN .....		233
7.1	Kesimpulan .....	233
7.2	Saran .....	235
DAFTAR PUSTAKA.....		237
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....		239
BIODATA PENULIS.....		241



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi <i>One East Residence Apartment</i> .....	2
Gambar 1. 2 Bentuk <i>Soldier Pile</i> yang Tidak Teratur.....	3
Gambar 1. 3 Keretakan Konstruksi Sekitar Lokasi Proyek.....	4
 Gambar 2. 1 Tabel Distribusi t .....	7
Gambar 2. 2 Jenis Pergerakan Tanah Berdasarkan Arah Pergerakan Dinding.....	10
Gambar 2. 3 Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam pada Tembok.....	14
Gambar 2. 4 Keruntuhan Akibat <i>Push in</i> .....	15
Gambar 2. 5 Analisa dengan Metode <i>Gross Pressure</i> (a) distribusi <i>gross Earth Pressure</i> (b) kesetimbangan gaya dinding penahan tanah sebagai <i>freebody</i> .....	16
Gambar 2. 6 Kegagalan Dinding Penahan Tanah Akibat <i>Heave</i> .....	17
Gambar 2. 7 <i>Heave</i> dalam <i>Flow Net</i> (Endah, 2016).....	19
Gambar 2. 8 Permodelan Beam on Elastic Foundation.....	21
Gambar 2. 9 Grafik Tekanan Lateral dan Deformasi Dinding Penahan (Andikaputra, 2017).....	22
Gambar 2. 10 <i>Soldier piles</i> dari baja: (a) tampak depan dan (b) tampak potongan. ....	23
Gambar 2. 11 Prosedur Pelaksanaan Konstruksi <i>Diaphragm Wall</i> .....	25
Gambar 2. 12 Potongan Atas <i>Secant Pile</i> .....	26
Gambar 2. 13 Urutan Pelaksanaan Metode <i>Secant Pile</i> .....	27
 Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir.....	31
 Gambar 4. 1 Grafik Titik $\gamma_t$ .....	37
Gambar 4. 2 Grafik Titik $W_c$ .....	37
Gambar 4. 3 Grafik Titik $G_s$ .....	38

Gambar 4. 4 Grafik Titik Cu .....	38
Gambar 4. 5 Ilustrasi Rekap Parameter Tanah .....	41
Gambar 5. 1 Permodelan <i>Beam</i> pada SAP2000 .....	44
Gambar 5. 2 <i>Beam Dimension</i> pada SAP2000 .....	44
Gambar 5. 3 <i>Draw Special Joint</i> pada SAP2000 .....	45
Gambar 5. 4 <i>Extrude Special Joint</i> untuk Tanah di Belakang Dinding Penahan Tanah .....	45
Gambar 5. 5 <i>Assign Joint Local Axes</i> pada SAP2000 .....	46
Gambar 5. 6 <i>Extrude Special Joint</i> untuk Tanah di Depan Dinding Penahan Tanah .....	47
Gambar 5. 7 <i>Assign Frame Section</i> pada SAP2000 .....	47
Gambar 5. 8 <i>Assign Joint Restraints</i> pada SAP2000 .....	48
Gambar 5. 9 <i>Assign Joint Spring</i> pada SAP2000 .....	48
Gambar 5. 10 Permodelan Dinding Penahan Tanah 80 m .....	49
Gambar 5. 11 <i>Assign Joint Forces</i> pada SAP2000 .....	49
Gambar 5. 12 <i>Assign Frame Distributed Loads</i> pada SAP2000 .....	50
Gambar 5. 13 <i>Interactive Database Editing-Joint Load Force</i> pada SAP2000 .....	50
Gambar 5. 14 Gambar 5. 19 <i>Interactive Database Editing-Joint Spring Assignment</i> pada SAP2000 .....	51
Gambar 5. 15 Panjang Dinding untuk $M \approx 0$ .....	51
Gambar 5. 16 <i>Flow Nets</i> Galian 13,5 m .....	53
Gambar 5. 17 Ilustrasi Posisi <i>Strut</i> Eksisting dan Lapis Tanah .....	58
Gambar 5. 18 Permodelan <i>Soldier Pile</i> Eksisting 25 m (Penggalian Pertama) .....	62
Gambar 5. 19 Defleksi Penggalian Pertama (3,5 m) <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	68
Gambar 5. 20 Permodelan <i>Soldier Pile</i> Eksisting 25 m (Penggalian Kedua) .....	69
Gambar 5. 21 Defleksi Penggalian Kedua (8,5 m) <i>Soldier Pile</i> Eksisting dan <i>Strut</i> (0 dan -2,75 m) .....	76

Gambar 5. 22 <i>Assign Joint Ground Displacement</i> pada SAP2000 .....	77
Gambar 5. 23 Defleksi Penggalan Kedua (8,5 m) <i>Soldier Pile</i> Eksisting dan $\delta$ <i>Strut</i> (0 dan -2,75 m) .....	82
Gambar 5. 24 Permodelan <i>Soldier Pile</i> Eksisting 25 m (Penggalan Ketiga) .....	83
Gambar 5. 25 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	90
Gambar 5. 26 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan $\delta$ <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	95
Gambar 5. 27 Pengaruh Defleksi Ijin terhadap Penurunan Bangunan Sekitar .....	96
Gambar 5. 28 Momen Maksimum <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	97
Gambar 5. 29 Diagram Interaksi <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	97
Gambar 5. 30 Gaya Geser Maksimum <i>Soldier Pile</i> Eksisting ....	98
Gambar 5. 31 Permodelan <i>Soldier Pile</i> 25 m (Penggalan Pertama) .....	105
Gambar 5. 32 Defleksi Penggalan Pertama (1,5 m) <i>Soldier Pile</i> .....	111
Gambar 5. 33 Permodelan <i>Soldier Pile</i> 25 m (Penggalan Kedua) .....	112
Gambar 5. 34 Defleksi Penggalan Kedua (4,5 m) .....	119
Gambar 5. 35 Defleksi Penggalan Kedua (4,5 m) + $\delta$ <i>Strut</i> (0 m) .....	123
Gambar 5. 36 Permodelan <i>Soldier Pile</i> 25 m (Penggalan Ketiga) .....	124
Gambar 5. 37 Defleksi Penggalan Ketiga (9,5 m) dan <i>Strut</i> (0 dan -4,0 m) .....	131
Gambar 5. 38 Defleksi Penggalan Ketiga (9,5 m) dan $\delta$ <i>Strut</i> (0 dan -4,0 m) .....	135
Gambar 5. 39 Permodelan <i>Soldier Pile</i> 25 m (Penggalan Keempat) .....	136

Gambar 5. 40 Defleksi Penggalian Keempat (13,5 m) dan <i>Strut</i> (0, -4,0, dan -9,0 m) .....	142
Gambar 5. 41 Defleksi Penggalian Keempat (13,5 m) dan $\delta$ <i>Strut</i> (0, -4,0, dan -9,0 m) .....	147
Gambar 5. 42 Momen Maksimum Perencanaan Ulang <i>Soldier Pile</i> .....	148
Gambar 5. 43 Penulangan Perencanaan Ulang <i>Soldier Pile</i> .....	149
Gambar 5. 44 Diagram Interaksi Perencanaan Ulang <i>Soldier Pile</i> .....	149
Gambar 5. 45 Gaya Geser Maksimum Perencanaan Ulang <i>Soldier Pile</i> .....	150
Gambar 5. 46 Permodelan <i>Secant Pile</i> 25 m (Penggalian Pertama) .....	156
Gambar 5. 47 Defleksi Penggalian Pertama (4,5 m) dan Balok Pelat Lantai (0 m) .....	162
Gambar 5. 48 Permodelan <i>Secant Pile</i> 25 m (Penggalian Kedua) .....	163
Gambar 5. 49 Defleksi Penggalian Kedua (8 m) dan Balok Pelat Lantai (0 dan -4,0 m) .....	170
Gambar 5. 50 Defleksi Penggalian Kedua (8 m) dan $\delta$ Balok Pelat Lantai (4 m) .....	175
Gambar 5. 51 Permodelan <i>Secant Pile</i> 25 m (Penggalian Ketiga) .....	176
Gambar 5. 52 Defleksi Penggalian Ketiga (13,5 m) dan Balok Pelat Lantai (0, -4,0, dan -7,2 m) .....	182
Gambar 5. 53 Defleksi Penggalian Ketiga (13,5 m) dan $\delta$ Pelat Lantai (-4,0 dan -7,2 m) .....	187
Gambar 5. 54 Permodelan <i>Secant Pile</i> 25 m (Penggalian Ketiga) + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 meter .....	187
Gambar 5. 55 Defleksi Penggalian Ketiga (13,5 m) dan Balok Pelat Lantai (0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m) .....	192
Gambar 5. 56 Defleksi Penggalian Ketiga (13,5 m) dan $\delta$ Balok Pelat Lantai (-4,0, -7,2 dan -10,4 m) .....	197

Gambar 5. 57 Momen Maksimum Alternatif <i>Secant Pile</i> .....	198
Gambar 5. 58 Penulangan Alternatif <i>Secant Pile</i> .....	198
Gambar 5. 59 Diagram Interaksi Alternatif <i>Secant Pile</i> .....	199
Gambar 5. 60 Gaya Geser Maksimum Alternatif <i>Secant Pile</i> ..	200
Gambar 5. 61 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi 0 m .....	201
Gambar 5. 62 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi 0 m .....	201
Gambar 5. 63 Geser Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi 0 m .....	202
Gambar 5. 64 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -4,0 m .....	206
Gambar 5. 65 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -4,0 m .....	207
Gambar 5. 66 Geser Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -4,0 m .....	207
Gambar 5. 67 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -7,2 m .....	211
Gambar 5. 68 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -7,2 m .....	211
Gambar 5. 69 Geser Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi 0 m .....	212
Gambar 5. 70 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -10,4 m .....	216
Gambar 5. 71 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -10,4 m .....	216
Gambar 5. 72 Geser Maksimum Balok Penahan <i>Secant Pile</i> Elevasi -10,4 m .....	216
Gambar 5. 73 <i>Diaphragm Wall</i> dalam Konstruksi (siriusminerals.com diakses 30 Juni 2018) .....	221
Gambar 6. 1 <i>Layout</i> Pembagian Zona .....	223

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Korelasi Nilai NSPT terhadap Berat Jenis Tanah ( $\gamma$ ) dan Daya Dukung Tanah ( $q_u$ ) .....	8
Tabel 2. 2 Korelasi Tipe Tanah terhadap Modulus Elastisitas dan <i>Poisson's Ratio</i> .....	9
Tabel 4. 1 Rekap Tes Laboratorium $\gamma_t$ dalam $t/m^3$ .....	35
Tabel 4. 2 Rekap Tes Laboratorium $W_c$ dalam % .....	35
Tabel 4. 3 Rekap Tes Laboratorium $G_s$ .....	36
Tabel 4. 4 Rekap Tes Laboratorium $C_u$ dalam $kg/cm^2$ .....	36
Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata $\gamma_t$ .....	39
Tabel 4. 6 Nilai Rata-Rata $W_c$ .....	39
Tabel 4. 7 Nilai Rata-Rata $G_s$ .....	39
Tabel 4. 8 Nilai Distribusi Statistik $C_u$ dalam $kg/cm^2$ .....	40
Tabel 4. 9 Nilai $k_s$ .....	41
Tabel 5. 1 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 80 m (Galian 13,5 m) .....	49
Tabel 5. 2 Perhitungan $Q_f/Q_s$ .....	56
Tabel 5. 3 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting (Galian 3,5 m).....	59
Tabel 5. 4 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Aktif ( $P_{H-min}$ ) 25 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	60
Tabel 5. 5 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting (Galian 3,5 m) .....	61
Tabel 5. 6 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 25 m (Galian 3,5 m) .....	61
Tabel 5. 7 Defleksi Iterasi 1 Galian 3,5 m <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	62
Tabel 5. 8 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 3,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting.....	63
Tabel 5. 9 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 3,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	64



Tabel 5. 10 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 7 Galian 3,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting.....	65
Tabel 5. 11 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 7 Galian 3,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	66
Tabel 5. 12 Defleksi Iterasi 6 Galian 3,5 m <i>Soldier Pile</i> Eksisting .....	67
Tabel 5. 13 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting (Galian 8,5 m).....	69
Tabel 5. 14 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-\text{max}}$ ) 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting (Galian 8,5 m) .....	70
Tabel 5. 15 $P_{\text{actual}}$ di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting untuk Penggalian Kedua akibat Penggalian Pertama <i>Soldier Pile</i> Eksisting 25 m ..	70
Tabel 5. 16 Defleksi Iterasi 1 Galian 8,5 m <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m.....	71
Tabel 5. 17 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m .....	72
Tabel 5. 18 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m.....	73
Tabel 5. 19 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 8,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m .....	74
Tabel 5. 20 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 8,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m.....	75
Tabel 5. 21 Defleksi Iterasi 2 Galian 8,5 m <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m.....	75
Tabel 5. 22 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m .....	77
Tabel 5. 23 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m.....	78
Tabel 5. 24 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 8,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m .....	79
Tabel 5. 25 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 8,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m .....	80

Tabel 5. 26 Defleksi Iterasi 5 Galian 8,5 m <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -2,75 m.....	81
Tabel 5. 27 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting (Galian 13,5 m).....	83
Tabel 5. 28 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan Dinding <i>Soldier Pile</i> Eksisting (Galian 13,5 m) .....	84
Tabel 5. 29 $P_{actual}$ di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting untuk Penggalan Ketiga akibat Penggalan Kedua <i>Soldier Pile</i> Eksisting 25 m.....	84
Tabel 5. 30 Defleksi Iterasi 1 Galian 13,5 m + <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	85
Tabel 5. 31 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> (0, -2,75 dan -8,2 m) .....	86
Tabel 5. 32 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	87
Tabel 5. 33 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	87
Tabel 5. 34 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 3 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	88
Tabel 5. 35 Defleksi Iterasi 3 Galian 13,5 m + <i>Strut</i> (0, -2,75, dan -8,2 m) .....	89
Tabel 5. 36 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -2,75, dan -8,2 m .....	91
Tabel 5. 37 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -2,75, dan -8,2 m .....	92
Tabel 5. 38 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 4 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -2,75, dan -8,2 m .....	93
Tabel 5. 39 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 4 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> Eksisting + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -2,75, dan -8,2 m .....	94
Tabel 5. 40 Defleksi Iterasi 4 Galian 13,5 m + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -2,75, dan -8,2 m .....	94
Tabel 5. 41 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> (Galian 1,5 m).....	102

Tabel 5. 42 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> (Galian 1,5 m) .....	104
Tabel 5. 43 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 25 m (Galian 1,5 m) .....	104
Tabel 5. 44 Defleksi Iterasi 1 Galian 1,5 m .....	105
Tabel 5. 45 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 1,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> .....	106
Tabel 5. 46 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 1,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> .....	107
Tabel 5. 47 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 4 Galian 1,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> .....	108
Tabel 5. 48 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 4 Galian 1,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> .....	109
Tabel 5. 49 Defleksi Iterasi 4 Galian 1,5 m .....	110
Tabel 5. 50 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> (Galian 4,5 m) .....	112
Tabel 5. 51 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> (Galian 4,5 m) .....	113
Tabel 5. 52 $P_{actual}$ di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalan Kedua akibat Penggalan Pertama <i>Soldier Pile</i> 25 m .....	113
Tabel 5. 53 Defleksi Iterasi 1 Galian 4,5 m + <i>Strut</i> 0 m .....	114
Tabel 5. 54 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 4,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 m .....	115
Tabel 5. 55 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 m .....	116
Tabel 5. 56 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 4 Galian 4,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 meter .....	116
Tabel 5. 57 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 4 Galian 4,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 m .....	117
Tabel 5. 58 Defleksi Iterasi 4 Galian 4,5 m + <i>Strut</i> 0 m .....	118
Tabel 5. 59 Hasil $P_{actual}$ Iterasi 1 Galian 4,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 m .....	120

Tabel 5. 60 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 m.....	120
Tabel 5. 61 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 4,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 m .....	121
Tabel 5. 62 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 4,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 m.....	122
Tabel 5. 63 Defleksi Iterasi 2 Galian 4,5 m + $\delta$ <i>Strut</i> 0 m.....	122
Tabel 5. 64 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> (Galian 9,5 m).....	124
Tabel 5. 65 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-\text{max}}$ ) 25 m di Depan <i>Soldier Pile</i> (Galian 9,5 m) .....	125
Tabel 5. 66 $P_{\text{actual}}$ di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalan Ketiga akibat Penggalan Kedua <i>Soldier Pile</i> 25 m	125
Tabel 5. 67 Defleksi Iterasi 1 Galian 9,5 m + <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m .....	126
Tabel 5. 68 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 9,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m .....	127
Tabel 5. 69 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m.....	128
Tabel 5. 70 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 9,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m .....	128
Tabel 5. 71 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 9,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m.....	129
Tabel 5. 72 Defleksi Iterasi 5 Galian 9,5 m + <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m .....	130
Tabel 5. 73 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 9,5 meter di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -4,0 meter.....	132
Tabel 5. 74 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m.....	132
Tabel 5. 75 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 3 Galian 9,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m .....	133

Tabel 5. 76 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 3 Galian 9,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m.....	134
Tabel 5. 77 Defleksi Iterasi 3 Galian 9,5 m + $\delta$ <i>Strut</i> 0 dan -4,0 m .....	134
Tabel 5. 78 $P_{\text{actual}}$ di Depan <i>Soldier Pile</i> untuk Penggalian Ketiga akibat Penggalian Kedua <i>Soldier Pile</i> 25 m.....	136
Tabel 5. 79 Defleksi Iterasi 1 Galian 13,5 m + <i>Strut</i> 0, -4,0 dan -9,0 m.....	137
Tabel 5. 80 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m .....	138
Tabel 5. 81 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	139
Tabel 5. 82 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	139
Tabel 5. 83 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	140
Tabel 5. 84 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m + <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	141
Tabel 5. 85 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m .....	143
Tabel 5. 86 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m .....	144
Tabel 5. 87 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	144
Tabel 5. 88 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 3 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	145
Tabel 5. 89 Defleksi Iterasi 3 Galian 13,5 m + $\delta$ <i>Strut</i> 0, -4,0, dan -9,0 m.....	146
Tabel 5. 90 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 25 m (Galian 4,5 m) .....	155
Tabel 5. 91 Defleksi <i>Secant Pile</i> Iterasi 1 Galian 4,5 m + Balok Pelat Lantai 0 m.....	156

Tabel 5. 92 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 4,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 m .....	157
Tabel 5. 93 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 m.....	158
Tabel 5. 94 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 4,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 m .....	159
Tabel 5. 95 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 4,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 m.....	160
Tabel 5. 96 Defleksi Iterasi 5 Galian 4,5 m + Balok Pelat Lantai 0 m.....	161
Tabel 5. 97 Tekanan Lateral Tanah <i>At Rest</i> dan Pasif 25 m di Depan <i>Secant Pile</i> (Galian 8 m) .....	163
Tabel 5. 98 Beban Terpusat <i>At Rest</i> ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-\text{max}}$ ) 25 m di Depan <i>Secant Pile</i> (Galian 8 m) .....	164
Tabel 5. 99 $P_{\text{actual}}$ di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalian Kedua akibat Penggalian Pertama <i>Secant Pile</i> 25 m .....	164
Tabel 5. 100 Defleksi Iterasi 1 Galian 8 m + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m.....	165
Tabel 5. 101 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m .....	166
Tabel 5. 102 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m .....	167
Tabel 5. 103 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 4 Galian 8 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m .....	167
Tabel 5. 104 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 4 Galian 8 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m.....	168
Tabel 5. 105 Defleksi Iterasi 4 Galian 8 m + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m.....	169
Tabel 5. 106 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 m .....	171
Tabel 5. 107 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 8 m di Depan <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 m.....	172

Tabel 5. 108 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 8 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 m .....	172
Tabel 5. 109 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 8 m di Depan <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 m.....	173
Tabel 5. 110 Defleksi Iterasi 2 Galian 8 m + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 m.....	174
Tabel 5. 111 $P_{\text{actual}}$ di Depan <i>Secant Pile</i> untuk Penggalian Ketiga akibat Penggalian Kedua <i>Soldier Pile</i> 25 m.....	176
Tabel 5. 112 Defleksi Iterasi 1 Galian 13,5 m + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m .....	177
Tabel 5. 113 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m.....	178
Tabel 5. 114 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m.....	179
Tabel 5. 115 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m.....	179
Tabel 5. 116 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 5 Galian 13,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m.....	180
Tabel 5. 117 Defleksi Iterasi 5 Galian 13,5 m + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m .....	181
Tabel 5. 118 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m.....	183
Tabel 5. 119 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m.....	184
Tabel 5. 120 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m.....	184
Tabel 5. 121 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan <i>Soldier Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m.....	185
Tabel 5. 122 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m .....	186
Tabel 5. 123 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	188

Tabel 5. 124 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	189
Tabel 5. 125 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	189
Tabel 5. 126 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	190
Tabel 5. 127 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m .....	191
Tabel 5. 128 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	193
Tabel 5. 129 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	194
Tabel 5. 130 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	194
Tabel 5. 131 Hasil $P_{\text{actual}}$ Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan <i>Secant Pile</i> + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	195
Tabel 5. 132 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m + $\delta$ Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m.....	196
 Tabel 6. 1 Dimensi <i>Secant Pile (Secondary Pile)</i> .....	224
Tabel 6. 2 Jumlah <i>Secant Pile (Secondary Pile)</i> pada Setiap Zona .....	224
Tabel 6. 3 Volume <i>Secant Pile (Secondary Pile)</i> pada setiap Zona .....	225
Tabel 6. 4 Dimensi Setiap Zona Pekerjaan Galian Tanah.....	225
Tabel 6. 5 Volume Setiap Zona Pekerjaan Galian Tanah.....	225
Tabel 6. 6 Koefisien Alat <i>Truck Mixer</i> (AHSP, 2012).....	226
Tabel 6. 7 Koefisien Alat untuk Pekerjaan Penggalian Lumpur dengan Alat Berat (AHSP, 2012) .....	227
Tabel 6. 8 Durasi Pekerjaan Pengecoran <i>Secant Pile</i> .....	229
Tabel 6. 9 Durasi Pekerjaan Penggalian Tanah Galian 1 .....	230
Tabel 6. 10 Durasi Pekerjaan Penggalian Tanah Galian 2 .....	230



Tabel 6. 11 Durasi Pekerjaan Penggalan Tanah Galian 3 .....	230
---	-----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur, sekaligus kota metropolitan terbesar di Jawa Timur. Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk terbesar kedua di Indonesia setelah Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta, dengan jumlah penduduk 2.848.583 jiwa dan luas wilayah 350,54 km<sup>2</sup> (BPS Jawa Timur, 2016). Oleh karena itu, kepadatan penduduk kota Surabaya cukup tinggi, yaitu 8.127 jiwa/km<sup>2</sup>. Selain itu, pertumbuhan ekonomi kota Surabaya sebagai ibu kota juga cukup tinggi, yaitu sebesar 6,73 persen. Pendapatan perkapita kota Surabaya adalah Rp 730,42 triliun dan pendapatan perkapita masyarakatnya adalah Rp 128.822.000 pertahun (BPS Surabaya, 2015). Hal tersebut menjadikan Surabaya dikategorikan sebagai daerah maju dan tumbuh cepat serta menjadi salah satu penyebab banyaknya investor di Surabaya. Sektor investasi yang paling banyak diminati di Surabaya salah satunya adalah *real estate* (dikutip dalam *website* news.detik.com, 2017). Pembangunan *real estate* berupa apartemen merupakan salah satu cara investor yang menargetkan masyarakat Surabaya dengan pendapatan menengah keatas, dari permasalahan kepadatan penduduk di Surabaya yang cukup tinggi.

Pembangunan apartemen di Surabaya bagian timur sedang berkembang dengan adanya pengembangan infrastruktur *Middle East Ring Road* (MERR) pada Jl. Dr. Ir. H. Soekarno. Pada tahun 2014 terdapat pembangunan *One East Residence Apartment* pada lintasan MERR. *One East Residence Apartment* terletak di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Kertajaya Indah Timur, Sukolilo. Lokasi *One East Residence Apartment* ditunjukkan pada Gambar 1.1 di bawah ini:



Gambar 1. 1 Lokasi *One East Residence Apartment* (Google Earth, 2017)

*One East Residence Apartment* menyediakan 287 unit apartemen untuk *customernya* (dikutip dalam *website oneeast.co.id*, 2017). Oleh karena itu, memerlukan ruang yang cukup luas untuk parkir bagi pemilik dan pengunjungnya. Namun *One East Residence Apartment* berada pada kawasan permukiman padat penduduk dan perempatan jalan raya arteri yang menghubungkan MERR dengan Kertajaya Indah Timur, sehingga pembangunan apartemen ini memiliki lahan yang tidak terlalu luas untuk tempat parkir. Oleh karena itu, tempat parkir apartemen *One East Residence Apartment* diletakkan pada lantai dasar dan *basement* sebanyak 3 lantai.

*Basement* dari *One East Residence Apartment* sendiri saat pelaksanaannya dikerjakan dengan metode *bottom up* dan dinding penahan tanah berjenis *soldier pile*. Namun, saat pelaksanaan pekerjaan struktur bawah proyek ini berlangsung, terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan proyek tidak berjalan sesuai waktu dan biaya yang direncanakan. Berdasarkan hasil tes

tanah, diketahui bahwa tanah pada proyek *One East Residence Apartment* adalah tanah dengan kondisi lunak.

Pada saat pelaksanaan proyek, *soldier pile* tidak mampu menahan tekanan lateral tanah aktif yang cukup besar, sehingga menimbulkan defleksi yang cukup besar pada dinding penahan tanah. Gambar 1.2 berikut menunjukkan *soldier pile* yang mengalami defleksi.



Gambar 1. 2 Bentuk *Soldier Pile* yang Tidak Teratur  
(Harvianti and Khala, 2015)

Defleksi tersebut membuat *soldier pile* yang telah selesai dicor menjadi tidak teratur karena bergerak dari posisi awal. Akibat dari masalah ini, diperlukan perbaikan *soldier pile* yang memerlukan tambahan waktu untuk mengerjakannya. Selain itu, defleksi *soldier pile* dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan berupa keretakan pada konstruksi di sekitar lokasi proyek yang berdekatan dengan permukiman. Hal itu dikarenakan defleksi yang cukup besar pada *soldier pile* mengakibatkan penurunan tanah, yang dapat berakibat pada penurunan bangunan. Akibat keretakan konstruksi permukiman ini, pihak *owner* melakukan pergantian biaya kerusakan. Salah satu kerusakan terlihat pada konstruksi tangga yang ditunjukkan pada Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1. 3 Keretakan Konstruksi Sekitar Lokasi Proyek  
(Harvianti and Khala, 2015)

Dari beberapa permasalahan yang terjadi, maka diperlukan evaluasi untuk perencanaan eksisting dinding penahan tanah *basement*. Hasil dari evaluasi, akan direncanakan alternatif dinding penahan tanah yang efisien dengan metode lain atau *top down*. Alternatif dinding penahan tanah yang dapat direncanakan adalah *secant pile* dan *diaphragm wall*. *Secant pile* dan *diaphragm wall* dapat menjadi alternatif untuk mengurangi pengaruh akibat pengeboran. Direncanakan pula proses mobilisasi material konstruksi untuk alternatif dinding penahan tanah yang tidak menyebabkan kemacetan. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini penulis akan mengevaluasi dinding penahan tanah eksisting serta merencanakan alternatif struktur dinding penahan tanah yang efisien untuk *basement One East Residence Apartment* dengan memperhatikan proses mobilisasi material agar tidak menimbulkan permasalahan baik terhadap struktur maupun lingkungan di sekitarnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa masalah yang harus dibahas antara lain:

1. Mengapa dinding penahan tanah *soldier pile* mengalami defleksi serta apa saja kesalahan yang terjadi saat perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan *soldier pile*?

2. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah *secant pile* dan *diaphragm wall* untuk *basement* 3 lantai *One East Residence Apartment* dengan metode *top down*?
3. Bagaimana proses mobilisasi material saat pelaksanaan proyek *One East Residence Apartment* yang tidak menyebabkan kemacetan pada perempatan jalan raya Dr. Ir. H. Soekarno (MERR) dengan Kertajaya Indah?

### 1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, permasalahan dibatasi pada pokok-pokok pembahasan sebagai berikut:

1. Tidak merencanakan struktur atas.
2. Alternatif struktur dinding penahan tanah yang ditinjau adalah *soldier pile*, *secant pile*, dan *diaphragm wall*.
3. Metode yang direncanakan untuk alternatif pembangunan dinding penahan tanah adalah metode *top down*.
4. Hanya akan merencanakan struktur dinding penahan tanah yang efisien yang dapat menjaga keamanan konstruksi dan lingkungan sekitarnya.
5. Data tanah yang digunakan adalah hasil tes proyek pembangunan apartemen Jl. Kenjeran 504 Surabaya.
6. Hanya akan merencanakan proses mobilisasi material galian tanah dan beton untuk *secant pile*.

### 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengevaluasi dinding penahan tanah eksisting dan merencanakan alternatif struktur dinding penahan tanah yang efisien untuk *basement One East Residence Apartment* dengan memperhatikan proses mobilisasi material.

### 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini adalah diharapkan dapat mengevaluasi dinding penahan tanah eksisting serta memberikan alternatif struktur dinding penahan tanah yang efisien untuk *basement One East Residence Apartment* dengan

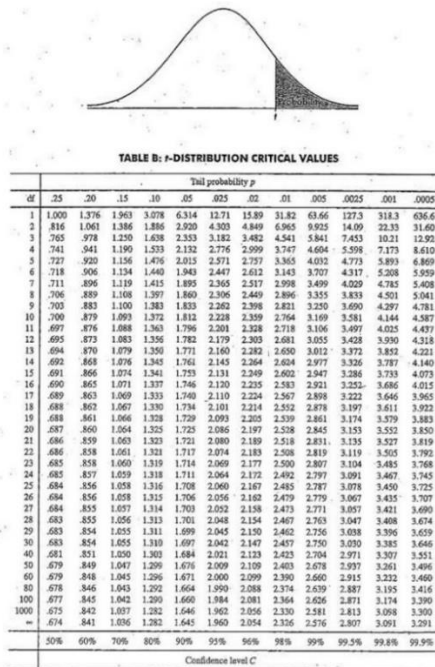
memperhatikan proses mobilisasi material. Perencanaan alternatif dinding penahan tanah ini dapat menghindari kemacetan dan kerusakan konstruksi di sekitarnya dan mengetahui dampaknya terhadap lingkungan. Apabila akan ada perencanaan proyek dengan jenis tanah dan lokasi serupa, tentu akan bermanfaat bagi pemilik proyek dan masyarakat yang akan terlibat dalam proyek baik dari segi keamanan konstruksi itu sendiri maupun sekitarnya, serta kenyamanan dalam berlalu lintas.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Distribusi Statistik

Pada perencanaan ini, data tanah yang digunakan adalah hasil tes laboratorium. Hasil tes tersebut diperoleh dari lima tes boring. Sehingga data-data tersebut perlu dilihat persebarannya dan dapat digunakan hanya satu nilai dari kelima data tersebut. Oleh karena itu digunakan pengolahan data distribusi statistik. Nilai dari distribusi tersebut dapat dilihat dari tabel distribusi t di bawah ini:



Gambar 2. 1 Tabel Distribusi t



## 2.2 Korelasi Data Tanah

Dalam perencanaan, selain data parameter tanah seperti kohesi ( $C$ ), berat volume tanah ( $\gamma$ ) *saturated* ataupun *dry*, dan sudut geser tanah ( $\phi$ ), diperlukan parameter lain yaitu modulus elastisitas dan *poisson's ratio*. Untuk mendapatkan data parameter tanah tersebut perlu dilakukan korelasi antara data tanah hasil tes laboratorium yang telah diolah dengan distribusi statistik, dengan tabel-tabel penelitian para ahli.

Korelasi antara nilai NSPT dengan nilai  $C_u$  ditunjukkan oleh Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Korelasi Nilai NSPT terhadap Berat Jenis Tanah ( $\gamma$ ) dan Daya Dukung Tanah ( $q_u$ )  
(Bowles, 1984)

<i>Cohesionless Soil/Sol Pulvérulent</i>					
N (blows)	0 – 3	4 – 10	11 – 30	31 – 50	> 50
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	-	12 – 16	14 – 18	16 – 20	18 – 23
$\phi$ (°)	-	25 – 32	28 – 36	30 – 40	> 35
State	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
Dr (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
<i>Cohesive Soil/Sol Cohérent</i>					
N (blows)	< 4	4 – 6	6 – 15	16 – 25	> 25
$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	14 – 18	16 – 18	16 – 18	16 – 20	> 20
$q_u$ (kPa)	< 25	20 – 50	30 – 60	40 – 200	> 100
Consistency	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>

Untuk mengetahui *poisson's ratio*, dapat digunakan tabel korelasi pada Tabel 2.2:

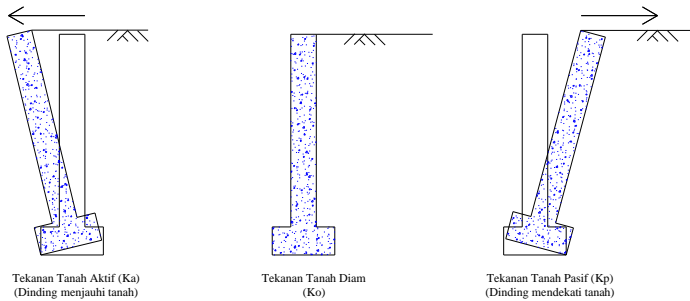
Tabel 2. 2 Korelasi Tipe Tanah terhadap Modulus Elastisitas dan *Poisson's Ratio*  
(M. Das, 1984)

Type of Soil	<i>Modulus of Elasticity, <math>E_s</math></i>		Poisson's Ratio, $\mu_s$
	MN/m <sup>2</sup>	lb/in <sup>2</sup>	
<b>Loose Sand</b>	10,5 - 24,0	1500 - 3500	0,20 - 0,40
<b>Medium Dense Sand</b>	17,25 - 27,60	2500 - 4000	0,25 - 0,40
<b>Dense Sand</b>	34,50 - 55,20	5000 - 8000	0,30 - 0,45
<b>Silty Sand</b>	10,35 - 17,25	1500 - 2500	0,20 - 0,40
<b>Sand and Gravel</b>	69,00 - 172,50	10000 - 25000	0,15 - 0,35
<b>Soft Clay</b>	4,1 - 20,7	600 - 3000	
<b>Medium Clay</b>	20,7 - 41,4	3000 - 6000	0,20 - 0,50
<b>Stiff Clay</b>	41,4 - 96,6	6000 - 14000	

### 2.3 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah tekanan oleh tanah pada bidang horizontal. Aplikasi teori tekanan tanah lateral biasanya terjadi pada konstruksi penahan tanah, seperti dinding penahan, dinding bangunan bawah tanah (*basement*), dan turap. Tekanan tekanan lateral disebabkan karena adanya beban luar dan beban vertikal yang bekerja pada suatu titik pada tanah. Besar tekanan tanah lateral dipengaruhi oleh beban-beban yang bekerja, kedalaman titik yang ditinjau, kondisi fisik tanah, kohesi, sudut geser tanah, friksi tanah dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur dinding penahan tanah.

Tekanan tanah lateral dibagi menjadi 3 jenis, yaitu tekanan tanah aktif, tekanan tanah pasif, dan tekanan tanah dalam keadaan diam, seperti ditunjukkan gambar berikut:



Gambar 2. 2 Jenis Pergerakan Tanah Berdasarkan Arah Pergerakan Dinding (Weber, 2010)

#### a. Tekanan Tanah Aktif (Ka)

Tekanan tanah aktif ( $K_a$ ) adalah suatu keadaan yang menyebabkan dinding penahan tanah menjauhi tanah, hingga terjadi keruntuhan dan nilai koefisien  $K$  mencapai minimum. Hal tersebut dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah  $K_a$ . Jadi bila berat suatu tanah sampai kedalaman  $H$ , maka tekanan tanahnya adalah  $\gamma H$  dengan  $\gamma$  adalah berat volume tanah. Arah dari tekanan tersebut adalah vertikal ke atas. Oleh karena itu, koefisien  $K_a$  berfungsi mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horizontal. Tekanan horizontal aktif dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_{Ha} = K_a \times \sigma_v \quad (2.1)$$

dimana harga  $\sigma_v$  adalah :

$$\sigma_v = \gamma \times H \quad (2.2)$$

dan harga  $K_a$  adalah:

untuk tanah datar:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.3)$$

Untuk tanah miring:

$$K_a = \left( \frac{\cos \phi}{1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \sin(\phi - \delta)}{\cos \delta}}} \right)^2$$

dimana:

$\phi$  = sudut geser tanah

$\delta$  = sudut kemiringan tanah.

Selain itu, terdapat pengaruh kohesi sebagai lekatan antara butiran tanah yang mengurangi tekanan tanah aktif, yaitu sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ , sehingga perumusan untuk tekanan tanah lateral aktif menjadi:

$$\sigma_{Ha} = K_a \times \sigma_v - 2c\sqrt{K_a} \quad (2.4)$$

Dimana:

$C$  = kohesi tanah.

#### b. Tekanan Tanah Pasif ( $K_p$ )

Tekanan tanah pasif ( $K_p$ ) adalah suatu keadaan yang menyebabkan dinding bergerak menekan ke arah tanah yang ditahan hingga terjadi keruntuhan dan nilai koefisien  $K$  mencapai maksimum. Hal tersebut dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah  $K_p$ . Arah tekanan tanah pasif berlawanan dengan arah tekanan tanah aktif. Tekanan horizontal pasif dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_{Hp} = K_p \times \sigma_v \quad (2.5)$$

dimana harga  $K_p$  adalah:

untuk tanah datar:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1}{K_a} \quad (2.6)$$

Untuk tanah miring:

$$K_p = \left( \frac{\cos \phi}{1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \sin(\phi + \delta)}{\cos \delta}}} \right)^2 \quad (2.7)$$

dimana:

$\phi$  = sudut geser tanah

$\delta$  = sudut kemiringan tanah.

Selain itu, terdapat pengaruh kohesi sebagai lekatan antara butiran tanah yang memperbesar tekanan tanah pasif, yaitu sebesar  $2c\sqrt{K_p}$ , sehingga perumusan untuk tekanan tanah lateral pasif menjadi:

$$\sigma_{Hp} = K_p \times \sigma_v + 2c\sqrt{K_p} \quad (2.8)$$

dimana:

$C$  = kohesi tanah.

### c. Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam (*At Rest*)

Tekanan tanah dalam keadaan diam ( $K_o$ ) adalah suatu keadaan apabila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik ke kanan atau ke kiri dari posisi awal. Tanah dalam kondisi ini berada dalam keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan tanah horizontal dan vertical dinamakan koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam ( $K_o$ ). Tekanan tanah dalam keadaan diam dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_o = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad (2.9)$$

Karena  $\sigma_v = \gamma \times z$ , maka:

$$\sigma_h = K_o \times (\gamma \times z) \quad (2.10)$$

Untuk tanah berbutir, koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam diwakili dengan hubungan empiris berikut:

$$K_o = 1 - \sin \phi \quad (\text{Jaky, 1944}) \quad (2.11)$$

Untuk menghitung harga  $K_o$  dari tanah lempung yang terkonsolidasi normal (*normal consolidated*) digunakan persamaan berikut:

$$K_o = 0.95 - \sin \phi \quad (\text{Jreland, 1965}) \quad (2.12)$$

dimana:

$\phi$  = sudut geser tanah dalam keadaan air teralirkan (*drained*).

Untuk tanah lempung yang terkonsolidasi lebih (*over consolidated*), koefisien tekanan tanah *at rest* dapat dihitung dengan rumus:

$$K_o (\text{over consolidated}) = K_o (\text{normally consolidated}) \sqrt{\text{OCR}} \quad (2.13)$$

dimana:

OCR = *over consolidated ratio* atau rasio terkonsolidasi tanah.

Rasio terkonsolidasi tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{OCR} = \frac{\text{tekanan pra konsolidasi}}{\text{tekanan efektif akibat lapisan tanah di atasnya}} \quad (2.14)$$

Untuk tanah lempung yang terkonsolidasi normal, persamaan empiris untuk  $K_o$  adalah:

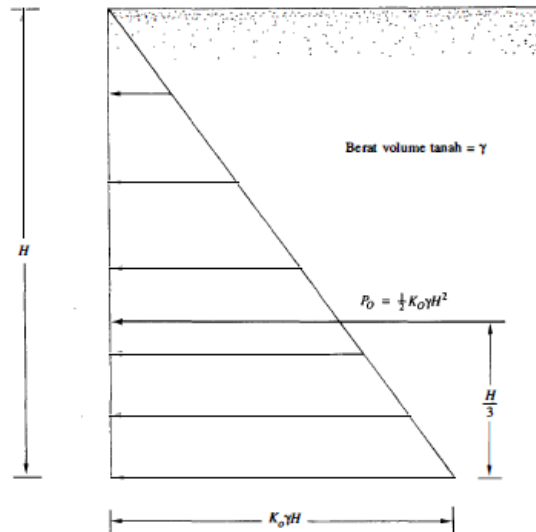
$$K_o = 0,19 + 0,233 \log (\text{PI}) \quad (\text{Alpan, 1967}) \quad (2.15)$$

dimana:

PI = indeks plastis.

Gambar 2.3 menunjukkan distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam yang bekerja pada dinding setinggi  $H$ . Gaya total per satuan lebar dinding,  $P_o$ , adalah sama dengan luas dari diagram tekanan tanah yang bersangkutan. Jadi:

$$P_o = \frac{1}{2} K_o \gamma H^2 \quad (2.16)$$

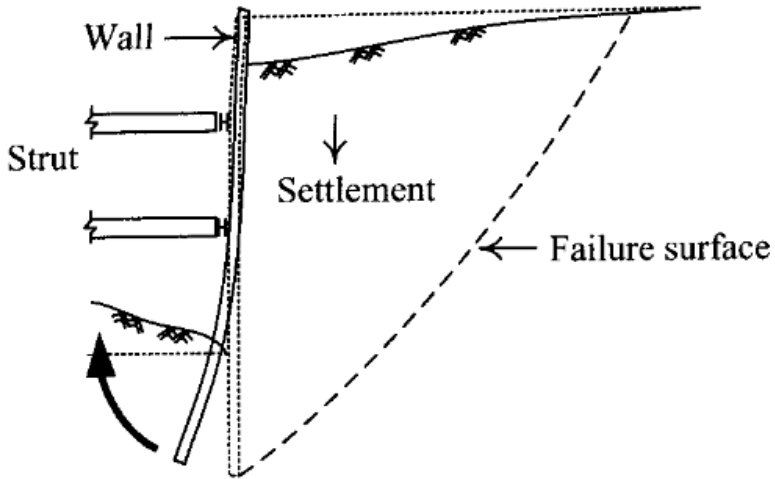


Gambar 2. 3 Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam pada Tembok (Mochtar, 1993)

## 2.4 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Gaya geser dinding penahan tanah dalam tanah dalam kondisi melebihi atau seimbang dengan gaya geser tanah, maka kondisi tersebut berada dalam kondisi kritis atau akan mengalami keruntuhan. Bidang keruntuhan akan terbentuk saat beberapa titik dalam jumlah yang banyak bersatu membentuk suatu bidang, sehingga mengakibatkan galian menjadi runtuh. Kejadian tersebut dinamakan *overall shear failure*. Keruntuhan tersebut dapat mengakibatkan kerugian baik dari segi materiil atau dari segi

keselamatan manusia. Oleh karena itu diperlukan analisa keruntuhan dengan analisa *push in* seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 4 Keruntuhan Akibat *Push in*  
(Ou, 2006)

Pada analisa *push in*, dorongan disebabkan oleh tekanan tanah pada kondisi kritis, dimana hal tersebut dapat mengakibatkan dinding penahan tanah bergerak dari posisi semula. Jika hal tersebut terjadi pada daerah dinding penahan tanah yang tertanam dalam tanah, maka dapat mengakibatkan keruntuhan seutuhnya. Metode yang digunakan pada analisa *push in* adalah *free earth support* dengan memodelkan dinding di bawah posisi *strut* terbawah sebagai *free body* dan melakukan analisa terhadap keseimbangan gaya, ditunjukkan pada Gambar 2.5(b). Kemudian menghitung distribusi tekanan baik tekanan aktif maupun pasif yang ditunjukkan pada Gambar 2.5(a). Setelah itu faktor keamanan *push in* dapat diperoleh dari rumusan di bawah ini:

$$F_p = \frac{M_r}{M_d} = \frac{P_p \cdot L_p + M_s}{P_a \cdot L_a} \quad (2.17)$$



Dimana:

$F_p$  = factor keamanan terhadap *push in*

$M_r$  = momen resisten

$M_d$  = momen pendorong

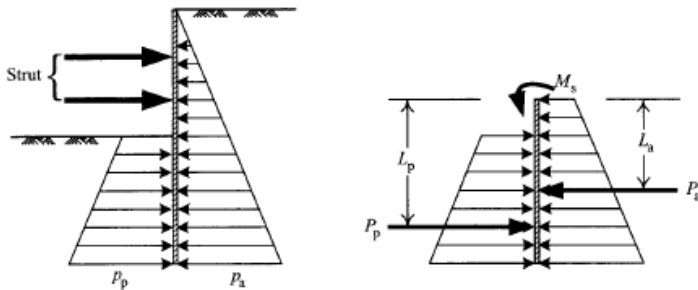
$P_a$  = resultan gaya tekan tanah aktif

$L_a$  = jarak dari *strut* terbawah ke titik tangkap gaya  $P_a$

$M_s$  = momen lentur yang diijinkan pada dinding penahan tanah

$P_p$  = resultan gaya tekan tanah pasif

$L_p$  = jarak dari *strut* terbawah ke titik tangkap gaya  $P_p$

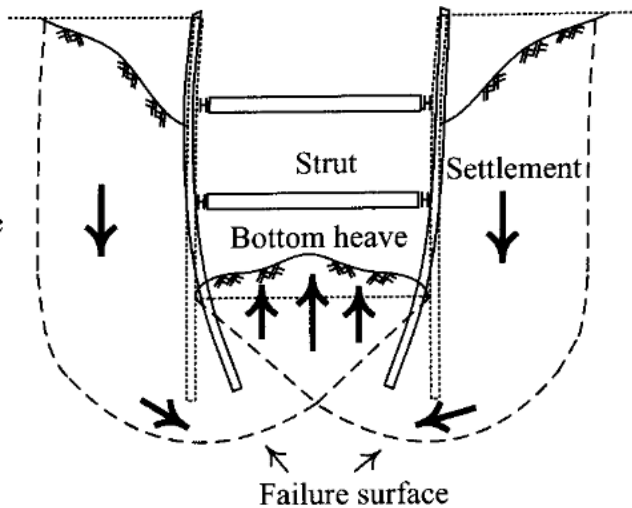


Gambar 2. 5 Analisa dengan Metode *Gross Pressure* (a) distribusi *gross Earth Pressure* (b) kesetimbangan gaya dinding penahan tanah sebagai *freebody* (Ou, 2006)

Persamaan (2.17) disebut metode *gross pressure*. Factor keamanan yang disarankan oleh JSA (1988) dan TGS (2001) adalah  $F_p \geq 1,5$ , namun saat mengasumsikan  $M_s = 0$ , maka dapat digunakan  $F_p \geq 1,2$ . Selain menghitung faktor keamanan akibat *push in*, Persamaan (2.17) dapat digunakan untuk mencari kedalaman dinding penahan tanah yang tertanam dengan berbagai macam faktor keamanan.

## 2.5 Analisa *Heave* (Hydrodynamic)

Perbedaan ketinggian aliran air antara daerah aktif dan pasif tanah dapat menyebabkan pergerakan air ke dalam daerah pasif tanah. Hal ini dapat terjadi pada galian tanah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6. Dinding penahan tanah akan dikatakan aman jika aliran air memotong kedalaman dinding, sehingga saat proses penggalian masalah terhadap air dapat diatasi. Namun jika aliran air saat penggalian tidak dapat diatasi, maka perlu dilakukan *dewatering*.



Gambar 2. 6 Kegagalan Dinding Penahan Tanah Akibat *Heave*  
(Ou, 2006)

Aliran air yang menyebabkan *heave* terjadi karena pengaruh tanah kapasitas dari tanah itu sendiri dan aliran yang terjadi karena air yang terjebak masuk ke dalam tanah. Sehingga analisa *heave* terdapat dua, yaitu akibat tanah dan air.

a. *Heave* akibat Tanah

Perhitungan *heave* untuk penggalian dalam akibat tanah adalah sebagai berikut:

$$Fb = \frac{Qu}{W - su_1 He} \quad (Ou, 2006) \quad (2.18)$$

Dimana :

Fb = angka keamanan Terzaghi, harus lebih besar atau sama dengan 1,5 (Mana, Clough and JSA, 1981)

Qu = *ultimate load* untuk *saturated clay*

untuk  $D \geq \frac{B}{\sqrt{2}}$ ,

$$Qu = 5,7 su_2 \frac{B}{\sqrt{2}}$$

untuk  $D < \frac{B}{\sqrt{2}}$ ,

$$Qu = 5,7 su_2 D$$

su<sub>2</sub> = *undrained shear strength* untuk tanah di bawah galian

W = *soil weight*

$$= (\gamma \times He + qs) \frac{B}{\sqrt{2}}$$

$\gamma$  = berat jenis tanah di atas galian

He = kedalaman galian

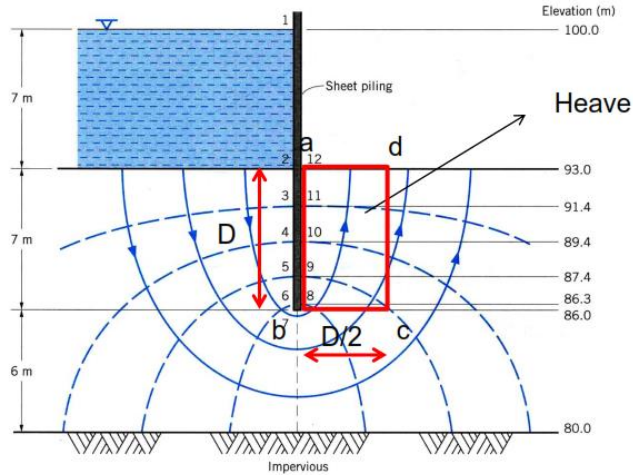
qs = *surchage*

B = lebar galian

su<sub>1</sub> = *undrained shear strength* untuk tanah di atas galian.

b. *Heave* akibat Air

*Heave* akibat dari air dipengaruhi oleh aliran air (*flow nets*). Contoh dari *flow nets* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 7 *Heave* dalam *Flow Net* (Endah, 2016)

Perhitungan angka keamanannya berdasarkan rumus berikut:

$$FS_{\text{Heave}} = \frac{\gamma'}{i_{\text{arg}} \times \gamma_w} \quad (2.19)$$

Dimana:

$FS_{\text{Heave}}$  = angka keamanan *heave* akibat rembesan air,  
 $FS > 1,25$  (SNI 8460:2017)

$\gamma'$  = berat jenis efektif dari tanah yang terpengaruh  
*heave*  $(t/m^3)$

$\gamma_w$  = berat jenis air,  $1 t/m^3$

$i_{\text{arg}}$  = kehilangan air

## 2.6 Analisa Uplift

Kontrol *uplift pressure* dilakukan pada bagian pelat lantai paling bawah yang bersentuhan langsung dengan tanah. Kontrol tersebut digunakan untuk mengontrol struktur bangunan bawah tanah terhadap gaya angkat ke atas akibat tekanan air tanah. Di bawah pelat sepanjang dinding penahan tanah yang tertanam terdapat lapisan tanah kedap air yang akan menjadi penahan gaya angkat ini. Kontrol terhadap *uplift* menggunakan rumus di bawah ini:

$$F_b = \frac{w_{struktur} + \Sigma \gamma_t \cdot h_t + Q_s / 3}{H_w \gamma_w A} \quad (2.20)$$

dimana:

$$\begin{aligned} F_b &= \text{factor keamanan terhadap gaya angkat} \geq 1,2 \\ w_{struktur} &= \text{berat struktur di atas tanah galian} \\ \gamma_t &= \text{berat jenis tanah kedap air} \\ h_t &= \text{tebal lapisan tanah kedap air} \\ Q_s &= \text{skin friction dinding penahan tanah} \\ &= q_{si} \cdot A_{si} \\ &= \sum_{i=0}^i \left( \frac{N_{si}}{3} + 1 \right) \cdot A_{si} \quad (\text{De Court, 1982}) \quad (2.21) \\ H_w &= \text{tinggi muka air tanah} \\ \gamma_w &= \text{berat jenis air tanah} \\ A &= \text{luasan pelat paling bawah.} \end{aligned}$$

## 2.7 Beam on Elastic Foundation Method

Pada buku *Deep on Excavation Theory and Practice* dijelaskan bahwa, *Stress and deformation* pada dinding penahan tanah dipengaruhi oleh ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada dinding, kekakuan pada *strut*, serta stabilitas galian. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketidakseimbang tersebut antara lain karena kondisi tanah, muka air tanah, tekanan air, kedalaman galian, dan lokasi penggalian. Untuk menganalisis *stress and deformation* tersebut dapat digunakan beberapa metode, diantaranya adalah *beam on elastic foundation method*.

Metode *beam on elastic foundation* memiliki model analisis yang lebih simple dibandingkan metode yang lain. *Beam on elastic foundation* mengasumsikan bahwa dinding penahan tanah menjadi sebuah balok yang berada pada pondasi elastis. Asumsi tersebut dapat dimodelkan dengan *spring* tanah dan tekanan lateral tanah pada kedua sisi dinding penahan sebagai gaya *at rest* ( $K_0$ ). Nilai *spring* tanah diperoleh dari *coefficient of subgrade reaction* ( $k_s$ ). Menurut Terzaghi (Terzaghi, 1955), faktor yang mempengaruhi nilai *coefficient of subgrade reaction* adalah dimensi, bentuk, dan kedalaman pondasi. Berdasarkan beberapa penurunan rumus, nilai *coefficient of subgrade reaction* dapat diperoleh dengan rumus berikut:

$$k_s = \frac{E_s}{B(1-\nu_s^2)} \quad (2.22)$$

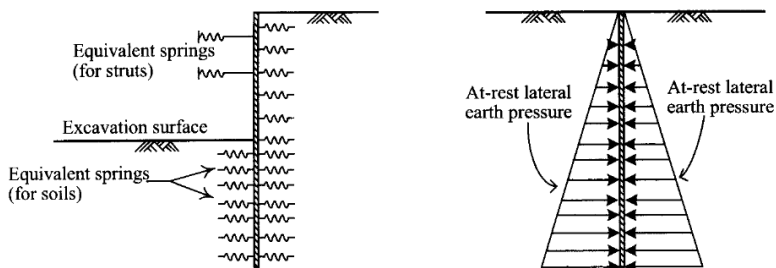
Dimana :

$E_s$  = *Young's modulus* dari tanah

$\nu_s$  = *poisson's ratio*

$B$  = tebal dinding penahan tanah

Gambar 2.6 menunjukkan permodelan *beam on elastic foundation*.



Gambar 2. 8 Permodelan *Beam on Elastic Foundation*

Besarnya gaya reaksi pada *spring* tanah adalah nilai  $k_s$  dikalikan dengan pemindahan yang terjadi. Persamaan yang digunakan di bawah ini:

$$P_H = P_O \pm \delta \times k_s, \text{ jika } A = 1 \text{ m}^2 \quad (2.23)$$

$$\sigma_H \times A = \sigma_O \times A \pm \delta \times k_s \times A \quad (2.24)$$

$$\sigma_H = \sigma_O \pm \delta \times k_s, \text{ jika } A = 1 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{\min} < \sigma_H < \sigma_{\max} \quad (2.25)$$

Dimana:

$P_H$  = gaya lateral tanah

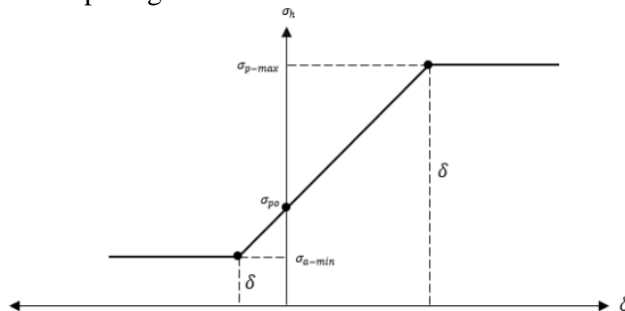
$\sigma_{\min}$  = tekanan lateral tanah aktif/belakang dinding penahan tanah

$\sigma_{\max}$  = tekanan lateral tanah pasif/depan dinding penahan tanah

$k_s$  = *coefficient of subgrade reaction*

$\delta$  = deformasi pada dinding penahan tanah

Ketika reaksi tanah berada pada gaya yang lebih kecil dari tekanan tanah pasif, maka disebut kondisi elastis. Namun ketika perpindahan cukup besar dan reaksi tanah meningkat, maka tanah telah berada pada kondisi pasif, dan disebut dengan kondisi plastis. Hubungan antara kondisi aktif, reaksi tanah, dan kondisi pasif dapat dilihat pada grafik di bawah ini:

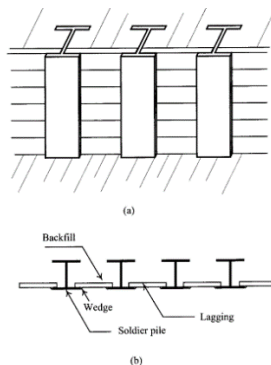


Gambar 2. 9 Grafik Tekanan Lateral dan Deformasi Dinding Penahan (Andikaputra, 2017)

## 2.8 Soldier Pile

*Soldier pile* merupakan salah satu jenis dinding penahan tanah. terdapat dua jenis *soldier pile*, yaitu dengan menggunakan beton yang dicor di tempat (*in-situ*) dan menggunakan profil baa yang disambung dengan *lagging*. Prosedur pelaksanaan dinding penahan tanah *soldier pile* menurut Chang Yu-Ou adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan *soldier piles* ke dalam tanah. Pada daerah yang tidak berada dalam perkotaan, memasukkan *soldier pile* dapat dilakukan dengan pemukulan secara langsung. Namun, untuk daerah perkotaan diperlukan penggetaran statis untuk memasukkan *soldier pile* ke dalam tanah. Jika tanah proyek adalah tanah keras, maka diperlukan pengeboran terlebih dahulu.
2. Memberikan tempat sebagai hasil galian. Kemudian mengisi ulang ruang kosong antara *soldier pile* dan tempat hasil galian tersebut.
3. Memasang *struts* horizontal pada tempat yang ditentukan saat proses penggalian.
4. Jika penggalian telah selesai, memulai konstruksi dinding bagian dalam dari *basement*. Kemudian melepas *struts* pada tiap lantai.



Gambar 2. 10 *Soldier piles* dari baja: (a) tampak depan dan (b) tampak potongan.  
(Ou, 2006)



Dalam buku *Excavation Methods and Supporting Systems* dijelaskan bahwa, didalam pengerjaan *soldier pile* terdapat beberapa kelebihan, antara lain:

1. Konstruksi mudah dan cepat dengan biaya yang rendah.
2. *Soldier pile* yang terbuat dari baja, akan mudah dikeluarkan.
3. Pekerjaan ini sangat dianjurkan dikerjakan untuk proyek yang sedikit gangguan tanah, dibandingkan dengan menarik keluar *piles*.
4. Ujung *piles* dapat diperkuat dengan baja khusus untuk digunakan pada tanah kerikil.
5. *Soldier piles* baja dapat digunakan kembali.

Adapun kekurangan dalam penggunaan *soldier piles*, antara lain:

1. Mengunci *soldier pile* pada bagian atas sulit. Pada tanah berpasir dengan Mukai air tanah yang tinggi, diperlukan *dewatering*.
2. Pemasangan *soldier piles* dengan pemukulan menyebabkan bising dan getaran. Bagian terakhir akan membuat tanah berpasir dibawah pondasi yang padat akan menyebabkan penurunan tanah pada bangunan di sekitarnya.
3. Pengisian tanah kembali penting jika *soldier piles* dikerjakan dengan pengeboran. Kekurangan pada pengisian tanah akan menyebabkan efek buruk bagi sekitar.
4. Ruang kosong antara dinding penahan dan tanah sekitarnya diperlukan pengisian tanah.
5. Pencabutan *piles* akan menyebabkan gangguan pada tanah disekitarnya.

## 2.9 Diaphragm Wall

*Diaphragm Wall* adalah salah satu dinding penahan tanah yang dapat berfungsi untuk menahan beban sebagai *retaining wall* pada konstruksi *basement*, *underpass*, ataupun dalam terowongan. Dalam pelaksanaannya, *diaphragm walls* dikerjakan sebelum

pekerjaan galian. Hal pertama yang dilakukan saat pekerjaan *diaphragm walls* adalah pengeboran, dilanjutkan dengan pemasangan tulangan, kemudian pengecoran, seperti ditunjukkan Gambar 2.7.

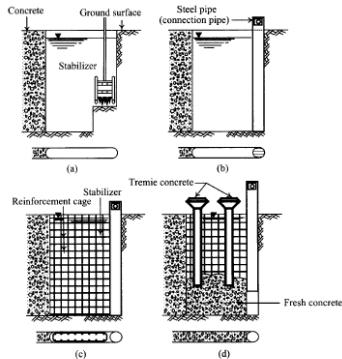


Figure 3.27 Procedure of construction of a diaphragm wall: (a) trench excavation, (b) steel pipe installation, (c) steel cage placement, and (d) concrete casting (redrawn from Xanthakos (1994)).

### Gambar 2. 11 Prosedur Pelaksanaan Konstruksi *Diaphragm Wall* (Ou, 2006)

Menurut Chang-Yu Ou, penggunaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* mempunyai kelebihan sebagai berikut:

1. Getaran rendah, tidak menyebabkan kebisingan, dan deformasi dinding relative kecil.
2. Ketebalan dan kedalaman dinding dapat disesuaikan.
3. Kemampuan memperkuat baik.
4. Dapat digunakan sebagai struktur permanen.
5. *Diaphragm wall* dan pelat pondasi membentuk satu kesatuan.

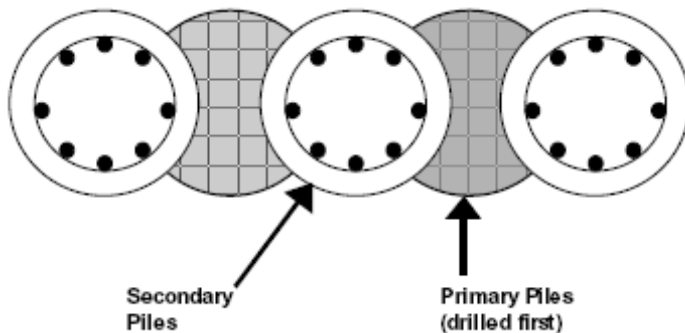
Sedangkan kekurangannya adalah sebagai berikut:

1. Membutuhkan alat yang besar, waktu konstruksi lama, dan biaya yang besar.
2. Membutuhkan ruang untuk material sedimen yang cukup besar.

3. Metode ini tidak dapat digunakan pada tanah dasar batu-batuan.
4. Metode ini sulit untuk konstruksi pada pasir yang turun dengan cepat.

### 2.10 *Secant Pile*

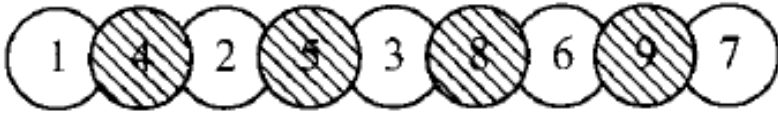
Struktur *secant pile* tersusun atas barisan *pile* beton tak bertulang yang disebut *primary pile* dan beton bertulang yang disebut *secondary pile*. Perencanaan *secant pile* merupakan perencanaan menggunakan metode tiang bor yang disusun berbaris secara tumpang tindih sebagai dinding penahan tanah dengan cara cor di tempat. Prosedur konstruksi tiang bor dengan cara cor di tempat dilakukan dengan mengebor lubang terlebih dahulu, kemudian memasukkan tulangan ke dalamnya dan diakhiri dengan pengecoran memakai pipa *Tremie*. *Secant pile* diterapkan pada tanah dengan kondisi level muka air yang tinggi. Perencanaan *secant pile* ditunjukkan oleh potongan pada gambar berikut:



Gambar 2. 12 Potongan Atas *Secant Pile*  
(Railsystem.net, 2018)

Untuk pekerjaan di lapangan, *primary pile* dicor terlebih dahulu. *Secondary pile* dicor secara *overlap* terhadap *primary pile*. Tahap pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 2.12. Setelah *pile* nomor 1, 2, dan 3 selesai dikerjakan, sebelum mengeras, *pile*

nomor 4, 5, dan 6 dibuat dengan cara memotong tiar bor yang sebelumnya ada.



Gambar 2. 13 Urutan Pelaksanaan Metode *Secant Pile*  
(Ou, 2006)

Menurut Chang-Yu Ou (2006), metode *secant pile* termasuk pada metode *column piles*. Adapun kelebihan metode *column piles* adalah:

1. Kebisingan dan getaran sedikit daripada *soldier pile* atau *sheet pile*.
2. Kedalaman *pile* dapat disesuaikan.
3. Kekakuan lebih besar daripada *soldier pile* atau *sheet pile*.
4. Mudah untuk konstruksi pada tanah berpasir.

Namun, metode ini juga memiliki kekurangan, antara lain:

1. Tanpa kekakuan horizontal pada arah yang sejajar dengan lokasi penggalian, tidak ada efek lengkung untuk mencegah deformasi dinding yang ada.
2. Waktu konstruksi lebih lama dari metode *soldier pile* atau *sheet pile*.
3. Kekakuan lebih rendah daripada *diaphragm walls*.
4. Sangat rentan pada kerusakan konstruksi.

Perencanaan *secant pile* terdiri dari perencanaan diameter *bored pile* dan perencanaan penulangannya.

1. Perencanaan Diameter *Bored Pile*

Untuk menentukan diameter *bored pile* dapat digunakan perumusan berikut:

$$D_s = \sqrt{\frac{Q_w}{\left(\frac{\pi}{4}\right) 0,25 f'_c}} \quad (2.26)$$

dimana:

$D_s$  = diameter *bored pile*

$Q_w$  = beban kerja dari tiang pondasi

$f'_c$  = mutu beton

## 2. Perencanaan Penulangan *Bored Pile*

Untuk merencanakan penulangan *bore pile* digunakan SNI 2847:2013 pada lampiran B8.4.2 sebagai berikut:

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \quad (2.27)$$

dimana:

$\rho_b$  = rasio tulangan berimbang

$f'_c$  = mutu beton

$f_y$  = tegangan leleh baja.

Faktor harus diambil 0,85 untuk mutu beton  $\leq 30$  MPa, sedangkan untuk mutu beton  $> 30$  MPa harus direduksi sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan 7 Mpa. Namun tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

Rasio tulangan maksimum menurut SNI 2847:2013 lampiran B10.3.3 dibatasi sebesar:

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b \quad (2.28)$$

atau menurut SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1:

$$\rho_{\max} = 0,025 \quad (2.29)$$

Rasio tulangan minimum menurut SNI 2847:2013 pasal 10.5.1 dibatasi sebesar:

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ dan } \sqrt{\frac{f'_c}{4 f_y}} \quad (2.30)$$

dimana:

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,5 \rho_b$$

dengan syarat  $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$ ,

$$R_n = \rho_{\text{pakai}} f_y \left( 1 - \left( \frac{0,588 \rho_{\text{pakai}} f_y}{f'_c} \right) \right) \quad (2.31)$$

jika  $b = \frac{A_g}{0,8 D}$  dan  $d = 0,8 D$ , maka luas tulangan ( $A_s$ ) dari  $\rho$  adalah:

$$A_{s\text{perlu}} = \rho b d.$$

Penulangan geser direncanakan dengan kriteria perencanaan lentur sesuai SNI 2847:2013 pasal 11.1.1, yaitu:

$$\phi V_n \geq V_u$$

dimana:

$\phi V_n$  = kuat geser penampang

$V_u$  = geser *ultimate* yang ditahan oleh penampang.

Kuat geser nominal dari penampang merupakan gabungan kuat geser beton ( $V_c$ ) dan tulangan ( $V_s$ ) sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.2.1.1 dan pasal 11.4.5.3, yaitu:

$$V_c = 0,17 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad (2.32)$$

$$V_s = 0,33 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad (2.33)$$

Menurut SNI 2847:2013 pasal 11.5.6.2 jarak maksimum antar sengkang yang tidak memerlukan sengkang tertutup tidak boleh melebihi:

$$s = d_2 \leq 300 \text{ mm} \quad (2.46).$$

## 2.11 Program Bantu

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini digunakan program bantu, untuk mempermudah dalam analisis perencanaannya. Adapun program bantu yang digunakan antara lain:

### 1. SAP2000

SAP2000 digunakan untuk merencanakan kedalaman dinding penahan tanah serta menganalisa deformasinya dengan menggunakan metode *beam on elastic foundation*. Dari deformasi yang terjadi dapat pula dilakukan perencanaan *strut*.

### 2. spColumn

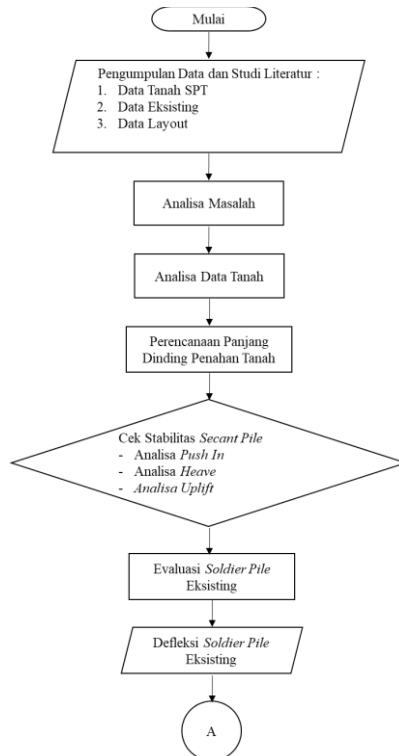
spColumn adalah salah satu program bantu untuk perhitungan tulangan yang digunakan pada kolom. Program ini akan membantu perhitungan desain dari tulangan *bored pile* pada *secant pile*. Peraturan yang digunakan adalah SNI 2847-2013, yaitu perencanaan bangunan beton untuk bangunan. Masukan data yang diminta dari program bantu ini adalah besar nilai momen dan tekanan aksial yang terjadi pada dinding, dimensi rencana dari *bored pile*, data mutu

beton dan tulangan, serta ukuran dan banyaknya tulangan yang digunakan.

# BAB III

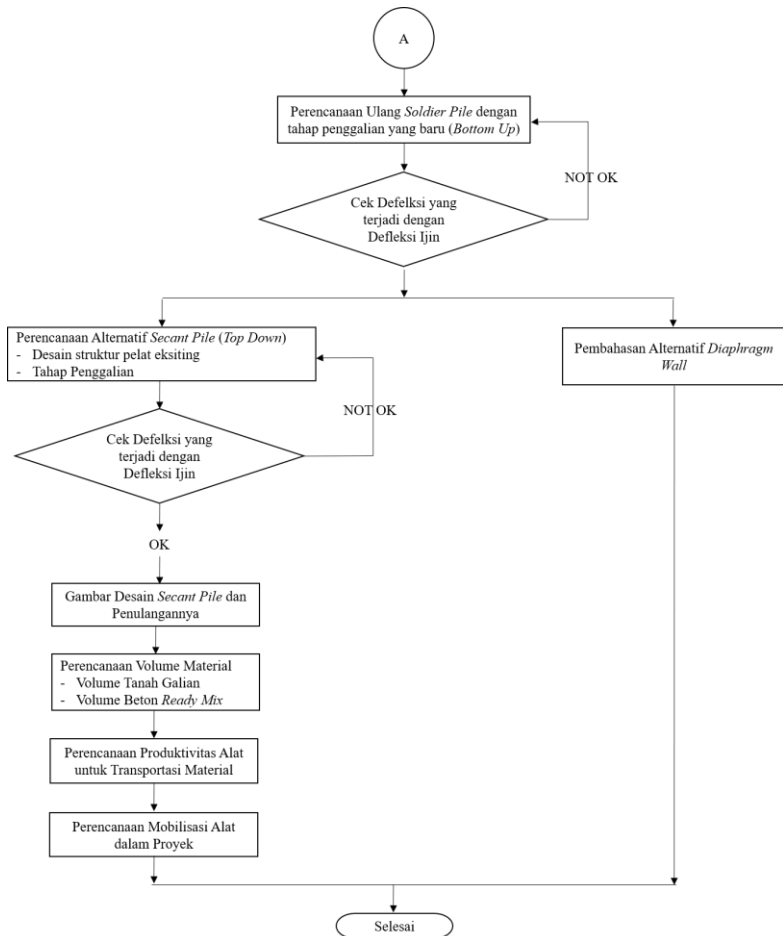
## METODOLOGI

Gambar 3.1 merupakan diagram alir dalam Tugas Akhir Evaluasi Dinding Penahan Tanah yang Efisien untuk *Basement One East Residence Apartment* dengan Memperhatikan Proses Mobilisasi Material dan Alat. Diagram alir ini digunakan untuk mempermudah proses pengerjaan serta penulisan tugas akhir.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir





Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir (lanjutan)

Berikut adalah penjelasan mengenai gambar diagram alir di atas:

### 1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah sebuah proses untuk mengidentifikasi sekaligus menentukan data apa saja yang

diperlukan. Dalam prakteknya kemungkinan pengumpulan data yang diperlukan perlu diasistensikan lagi dengan dosen atau ahli saat proses pengerjaan Tugas Akhir.

## **2. Studi Literatur**

Studi literatur yang dilakukan adalah mengumpulkan materi-materi yang akan digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan. Studi literatur yang dimaksud antara lain jurnal, *text book*, catatan kuliah, dan tugas akhir dengan topik yang serupa.

## **3. Analisa Data Tanah**

Berdasarkan data tanah yang telah diperoleh pada proses pengumpulan data, maka perlu dilakukan analisa data tanah. Untuk mengoreksi data tanah agar dapat digunakan dalam perencanaan. Selain itu, juga dapat dilakukan korelasi untuk data tanah yang belum ada menggunakan tabel yang diperoleh dari ahli dan dari beberapa buku. Hal ini perlu dilakukan karena parameter tanah diperlukan untuk perhitungan.

## **4. Perencanaan Panjang Dinding Penahan Tanah**

Perencanaan panjang dinding digunakan untuk evaluasi dan perencanaan. Karena tidak diketahui panjang dinding penahan tanah eksisting, maka evaluasi menggunakan panjang dinding yang direncanakan dengan metode *beam on elastic foundation*. Panjang dinding penahan tanah yang diperoleh dilakukan cek terhadap stabilitas *push in*, analisa *heave*, dan analisa *uplift*.

## **5. Evaluasi Soldier Pile Eksisting**

Evaluasi pada dinding penahan tanah eksisting ini diperlukan untuk mengetahui defleksi yang terjadi dari perencanaan yang ada. Data-data yang belum ada dalam evaluasi ini diasumsikan. Hasil yang didapat adalah defleksi yang dihitung dalam metode *Stress and Deformation: beam on elastic foundation*.

## **6. Perencanaan Ulang Soldier Pile dan Perencanaan Alternatif Secant Pile**

Perencanaan ulang *soldier pile* dengan metode yang sama dengan eksisting, namun dengan tahap penggalian yang berbeda. Sehingga hasil defleksi dari evaluasi *soldier pile* eksisting. Defleksi yang diperoleh dibandingkan dengan hasil defleksi dari

evaluasi eksisting. Sedangkan untuk perencanaan alternative *secant pile* digunakan metode penggalian yang berbeda.

Perencanaan dinding penahan tanah adalah perencanaan secara rinci untuk setiap jenis dinding penahan tanah, dengan rincian pekerjaan sebagai berikut:

a. *Preliminary Design*

*Preliminary Design* atau penentuan awal adalah penentuan rancangan awal yang bertujuan untuk mempermudah proses perhitungan.

b. Perhitungan Penulangan

Berdasarkan hasil dari perhitungan stabilitas dinding penahan tanah, maka dapat dihitung kebutuhan penulangan untuk setiap jenis dinding penahan tanah yang dibandingkan. Perhitungan penulangan berdasarkan SNI 2847:2013.

## 7. Gambar Desain Desain Alternatif *Secant Pile*

Hasil *secant pile* yang telah memenuhi syarat perencanaan. Gambar meliputi desain dan tulangan.

## 8. Perhitungan Volume

Dari gambar detail desain, dapat dihitung volume material yang dibutuhkan, yaitu tanah hasil galian dan beton *ready mix*. Sehingga dari volume dapat direncanakan untuk perencanaan produktifitas alat

## 9. Proses Mobilisasi Material

Pada perencanaan ini, direncanakan proses mobilisasi material untuk pekerjaan *secant pile*. Agar saat proses proses konstruksi tidak terjadi kemacetan. Proses mobilisasi pada perencanaan ini ditentukan berdasarkan gambar layout proyek.

## 10. Kesimpulan

Pada bab ini, terdapat kesimpulan dari perencanaan yang telah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan terdiri dari evaluasi perencanaan eksisting, perencanaan ulang dan perencanaan alternatif. Selain itu, terdapat pula saran-saran yang didapatkan penulis selama proses pengerjaan tugas akhir, supaya pembaca dapat menghindari kesalahan-kesalahan.

## BAB IV

### ANALISA DATA TANAH DAN DATA EKSISTING

#### 4.1 Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data tes laboratorium hasil dari tes boring sampai kedalaman 30 m. Data tanah merupakan penyelidikan tanah yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan Teknik Sipil ITS pada Jl. Kenjeran 594 Surabaya. Dalam data tanah yang terlampir pada Lampiran 1, dapat dilihat bahwa rata-rata tanah proyek adalah tanah lunak sampai kedalaman 12 m, dengan muka air tanah 1.05 m di bawah permukaan tanah.

Terdapat 5 nilai dalam tes laboratorium, berdasarkan jumlah tes boring pada 4 elevasi, yaitu elevasi -7,5 m, -15 m, -22,5 m, dan -30m. Tabel 4.1 adalah hasil rekap tes laboratorium untuk berat jenis tanah ( $\gamma_t$ ).

Tabel 4. 1 Rekap Tes Laboratorium  $\gamma_t$  dalam  $t/m^3$

Depth (m)	BH 1	BH 2	BH 3	BH 4	BH 5
7.5	1.613	1.646	1.648	1.615	1.638
15	1.653	1.634	1.748	1.749	1.727
22.5	1.867	1.867	1.909	1.918	1.859
30	1.881	1.906	1.919	1.892	1.976

Tabel 4.2 adalah hasil rekap tes laboratorium untuk kadar air ( $W_c$ ).

Tabel 4. 2 Rekap Tes Laboratorium  $W_c$  dalam %

Depth (m)	BH 1	BH 2	BH 3	BH 4	BH 5
7.5	60.09	54.95	57.41	59.09	59.42
15	52.64	55.46	45.21	45.44	46.09
22.5	33.8	33.84	31.86	30.87	33.61
30	30.97	29.04	28.05	31.01	28.29

Tabel 4.3 adalah hasil rekap tes laboratorium untuk *specific gravity* (Gs).

Tabel 4. 3 Rekap Tes Laboratorium Gs

Depth (m)	BH 1	BH 2	BH 3	BH 4	BH 5
7.5	2.553	2.553	2.625	2.537	2.637
15	2.519	2.519	2.641	2.652	2.597
22.5	2.642	2.642	2.687	2.676	2.615
30	2.586	2.586	2.585	2.615	2.729

Tabel 4.4 adalah hasil rekap tes laboratorium untuk kohesi (Cu).

Tabel 4. 4 Rekap Tes Laboratorium Cu dalam kg/cm<sup>2</sup>

Depth (m)	BH 1	BH 2	BH 3	BH 4	BH 5
7.5	0.05	0.05	0.07	0.06	0.05
15	0.19	0.21	1.08	1.49	1.53
22.5	3.29	3.12	1.49	2.21	2.61
30	2.51	3.65	2.97	2.37	2.55

## 4.2 Pengolahan Parameter Tanah

Data tes laboratorium dari tes boring yang berjumlah 5, tidak dapat langsung digunakan. Sehingga perlu dilakukan analisa distribusi statistik terhadap kelima data tersebut. Analisa distribusi statistik dilakukan pada 4 data parameter tanah di atas, antara lain berat jenis tanah ( $\gamma_t$ ), kadar air (wc), *specific gravity* (Gs), dan kohesi (Cu).

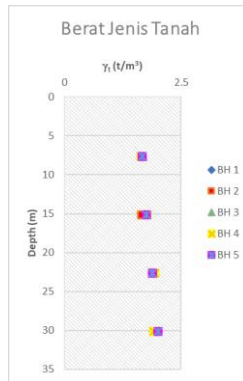
Langkah-langkah untuk melakukan analisa distribusi statistik adalah sebagai berikut:

### 1. Membuat Grafik Titik pada Setiap Data Parameter Tanah

Dari grafik titik dapat diketahui keseragaman nilai dari setiap tes boring. Jika terdapat titik yang terletak jauh dari beberapa titik yang seragam, maka data berupa titik tersebut dapat dihilangkan. Namun bila tidak ada titik yang seragam atau persebarannya saling berjauhan, maka semua datanya masih dapat digunakan. Pada keempat data parameter tanah yang dianalisa,

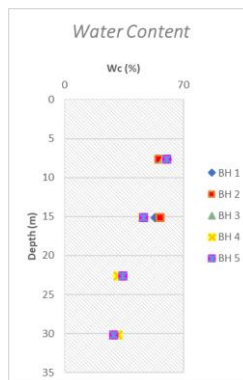
tidak ada data yang dihilangkan. Oleh karena itu, semua data dari hasil tes boring dapat dianalisa lebih lanjut.

Gambar 4.1 adalah penggambaran nilai dari data dalam grafik untuk berat jenis tanah ( $\gamma_t$ ).



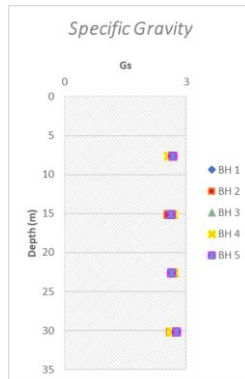
Gambar 4. 1 Grafik Titik  $\gamma_t$

Gambar 4.2 adalah penggambaran nilai dari data dalam grafik untuk kadar air ( $W_c$ ).



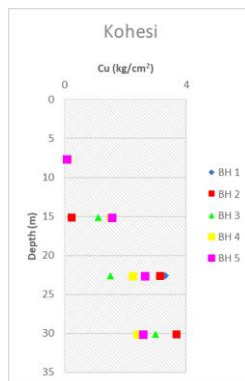
Gambar 4. 2 Grafik Titik  $W_c$

Gambar 4.3 adalah penggambaran nilai dari data dalam grafik untuk *specific gravity* (Gs).



Gambar 4. 3 Grafik Titik Gs

Gambar 4.4 adalah penggambaran nilai dari data dalam grafik untuk kohesi (Cu).



Gambar 4. 4 Grafik Titik Cu

## 2. Analisa Keseragaman Nilai dari Data Boring

Berdasarkan grafik titik pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.4 di atas, maka dilakukan analisa terhadap persebaran nilai tersebut. Jika kelima tes boring memiliki keseragaman dan

persebaran nilai yang hampir berdekatan, maka kelima nilai tes tersebut dirata-rata. Namun jika hasil grafik titik tersebar dengan nilai yang tidak berdekatan, maka dilakukan perhitungan dengan distribusi statistik.

Pembagian jenis tanah dibagi menjadi 4, yaitu pada elevasi 0 sampai 10 meter, 10 sampai 20 meter, 20 sampai 25 meter, dan 25 sampai 35 meter. Untuk parameter  $\gamma_t$ ,  $W_c$ , dan  $G_s$  dapat langsung dilakukan rata-rata. Dengan hasil pada tabel 4.5 untuk nilai berat jenis tanah ( $\gamma_t$ ) berikut ini:

Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata  $\gamma_t$

$\gamma_t$				
Kedalaman (m)			n Data	$\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )
0	-	10	5	1.632
10	-	20	5	1.702
20	-	25	5	1.884
25	-	35	5	1.915

Tabel 4.6 untuk menunjukkan nilai kadar air ( $W_c$ ).

Tabel 4. 6 Nilai Rata-Rata  $W_c$

$W_c$				
Kedalaman (m)			n Data	$W_c$
0	-	10	5	58.19
10	-	20	5	48.97
20	-	25	5	32.80
25	-	35	5	29.47

Tabel 4.6 untuk menunjukkan nilai *specific garvity* ( $G_s$ ).

Tabel 4. 7 Nilai Rata-Rata  $G_s$

$G_s$				
Kedalaman (m)			n Data	$G_s$
0	-	10	5	2.581
10	-	20	5	2.586
20	-	25	5	2.652
25	-	35	5	2.620



Untuk nilai  $C_u$  yang persebarannya saling berjauhan, dilakukan perhitungan distribusi statistik 90%. Rumus distribusi statistic adalah sebagai berikut:

$$DS = BB + (100\% - 90\%) \times (BB - BA)$$

Dimana :

DS = distribusi statistik

BB = batas bawah

$$= \text{Mean} - \left( \frac{Sd}{\sqrt{n}} \times \text{Pengali} \right)$$

Mean = rata – rata dari keempat elevasi pada setiap tes boring

Sd = standar deviasi

n = banyaknya data pada setiap elevasi

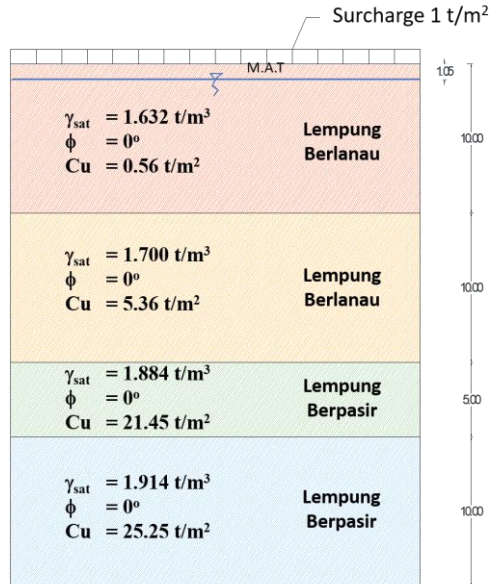
Pengali = didapatkan dari tabel distribusi t pada Gambar 2..

Dari Gambar 2. Pada Bab II, pengali didapat dari angka-angka diantara nilai  $v$  dan  $\alpha$ . Dimana, nilai  $v$  adalah  $n$  (banyak data) dikurangi 1. Sedangkan  $\alpha$  adalah 100% dikurangi 90% (besar nilai distribusi statistic yang dicari). Tabel di bawah ini menunjukkan nilai  $C_u$  dari kelima tes boring yang didapatkan pada setiap elevasi.

Tabel 4. 8 Nilai Distribusi Statistik  $C_u$  dalam  $\text{kg/cm}^2$

Cu (kg/cm <sup>2</sup> )										
Kedalaman (m)			n Data	v	Pengali (90%)	Mean	Standar Deviasi	Batas Atas	Batas Bawah	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )
0	-	10	5	4	1.533	0.0560	0.0089	0.0621	0.0499	0.05
10	-	20	5	4	1.533	0.9000	0.6629	1.3545	0.4455	0.54
20	-	25	5	4	1.533	2.5440	0.7272	3.0425	2.0455	2.15
25	-	35	5	4	1.533	2.8100	0.5202	3.1666	2.4534	2.52

Di bawah ini adalah gambar ilustrasi rekap parameter tanah pada setiap jenis tanah beserta dengan beban timbunan sebesar  $1 \text{ t/m}^2$  di atasnya.



Gambar 4. 5 Ilustrasi Rekap Parameter Tanah

Selain parameter tanah yang telah diperoleh di atas, pada Tugas Akhir ini diperlukan parameter lain, yaitu *coefficient of subgrade reaction* ( $k_s$ ). Hal tersebut dikarenakan pada perencanaan kali ini akan digunakan metode *stress and deformation* menggunakan program bantu SAP 2000. Maka, berdasarkan jenis tanah di atas, diperoleh nilai  $k_s$  sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Nilai  $k_s$

Kedalaman (m)			E (Mpa)	B (m)	Poisson's Ratio	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )
0	-	10	20	1	0.2	2125.85
10	-	20	30	1	0.2	9566.33
20	-	25	35	1	0.2	9566.33
25	-	35	35	1	0.2	9566.33

### 4.3 Data Eksisting

Data eksisting diperoleh dari Laporan Kerja Praktek PT Investasi Hasil Sejahtera Proyek Apartemen *One East Residence*, Surabaya. Data *soldier pile* yang ada antara lain :

Diameter beton	= 1000 mm
Mutu beton ( $f'c$ )	= 28 MPa
Tulangan longitudinal	= 32 D32
Tulangan transversal	= D12-25
Tinggi galian	= 13,5 meter
Lebar <i>Basement</i>	= 66 meter
<i>Strut</i>	= WF 600 x 300
Elevasi <i>Strut</i>	= -2,75 meter dan -8,2 meter.

Data-data lain yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini, namun tidak terdapat pada data eksisting, akan direncanakan sesuai dengan data yang ada.

## BAB V

### EVALUASI DAN PERENCANAAN

#### 5.1 Perencanaan Panjang Dinding Penahan Tanah

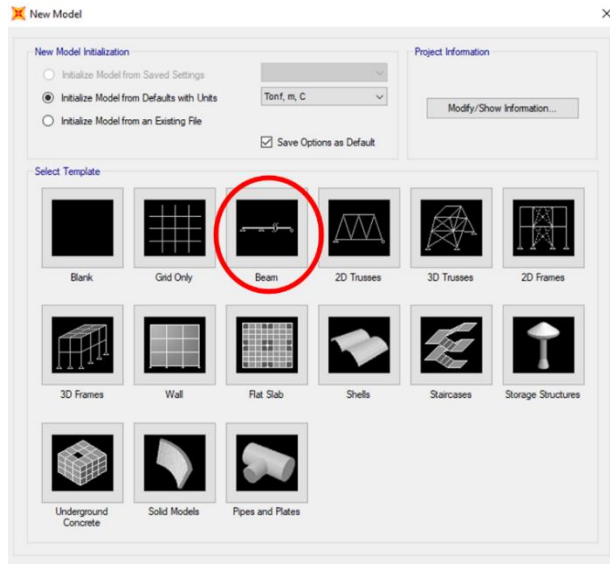
Perencanaan dinding penahan tanah berguna untuk evaluasi dan perencanaan. Karena untuk evaluasi tidak diketahui panjang eksisting, sehingga panjang dinding penahan tanah digunakan sebagai variabel tetap untuk evaluasi dan perencanaan.

##### 5.1.1 Perencanaan Panjang Dinding Penahan Tanah dengan Metode *Beam on Elastic Foundation*

Dalam merencanakan panjang dinding penahan tanah, dapat digunakan metode *Beam on Elastic Foundation*. Dari metode ini dapat diketahui kedalaman dimana dinding penahan tanah mempunyai momen mendekati 0. Berikut adalah langkah-langkah dalam menentukan panjang dinding penahan tanah dengan program bantu SAP2000:

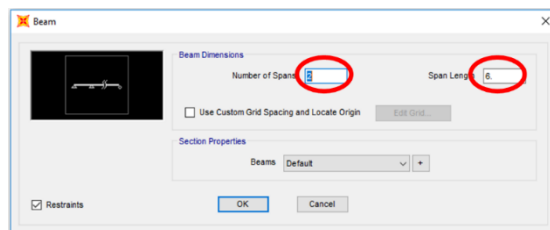
1. Merencanakan *preliminary design* dinding penahan tanah, direncanakan dengan:
  - a. diameter : 1 meter
  - b. panjang awal : 80 meter  
(panjang dinding direncanakan sedalam-dalamnya)
2. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) per meter di belakang dan depan dinding penahan tanah (galian 13,5 meter). Perhitungan terlampir dalam lampiran (Tabel 1 dan 2)
3. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) per meter yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest*. Perhitungan terlampir dalam lampiran (Tabel 3 dan 4)

4. Menghitung *coefficient of subgrade* (ks) per meter sesuai dengan jenis tanah. Perhitungan terlampir dalam lampiran (Tabel 3 dan 4)
5. Memodelkan dinding penahan tanah ke dalam SAP 2000, permodelan dengan memilih model *beam*. Seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.



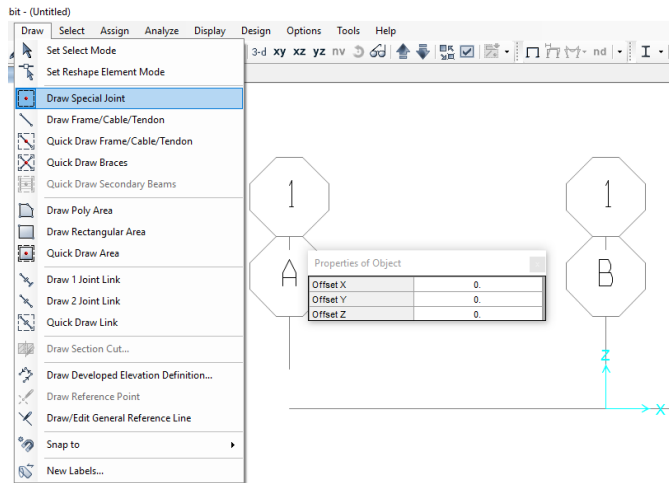
Gambar 5. 1 Permodelan *Beam* pada SAP2000

Memasukkan *number of spans* dan *span length* sesuai sesuai *default*.



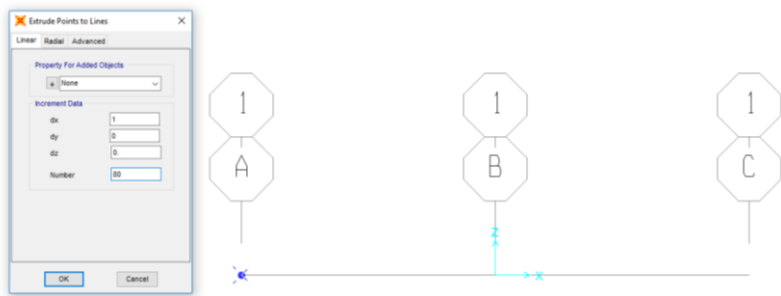
Gambar 5. 2 *Beam Dimension* pada SAP2000

6. Memasukkan ulang *beam dimension* dengan membuat *special joint* yang berguna untuk meletakkan *spring* dan beban terpusat per meter.



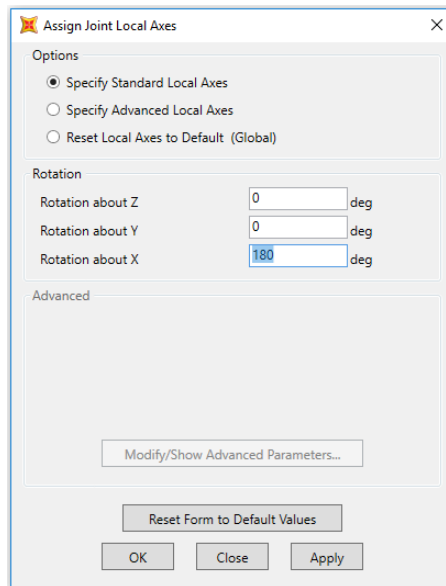
Gambar 5. 3 *Draw Special Joint* pada SAP2000

Kemudian dilanjutkan dengan meng*extrude special joint* pada titik pertama (kedalaman 0 meter) pada tiap meter sepanjang 80 meter untuk tanah di belakang dinding penahan tanah.



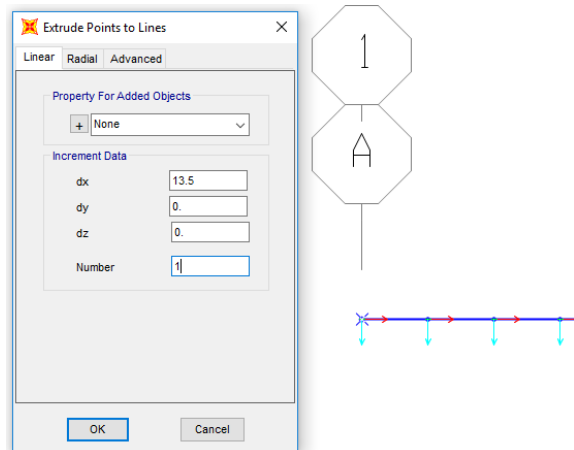
Gambar 5. 4 *Extrude Special Joint* untuk Tanah di Belakang Dinding Penahan Tanah

Memasukkan *local axes* untuk semua *special joint* di belakang dinding penahan tanah kearah  $180^\circ$ .



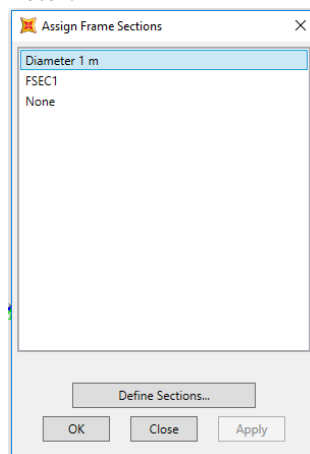
Gambar 5. 5 *Assign Joint Local Axes* pada SAP2000

Membuat *special joint* untuk tanah di depan dinding penahan tanah, dimulai pada kedalaman galian 13,5 meter dan dilanjutkan per meter sampai kedalaman 79,5 meter. Dilakukan dengan cara mengextrude *special joint* pada kedalaman 0 meter.



Gambar 5. 6 *Extrude Special Joint* untuk Tanah di Depan Dinding Penahan Tanah

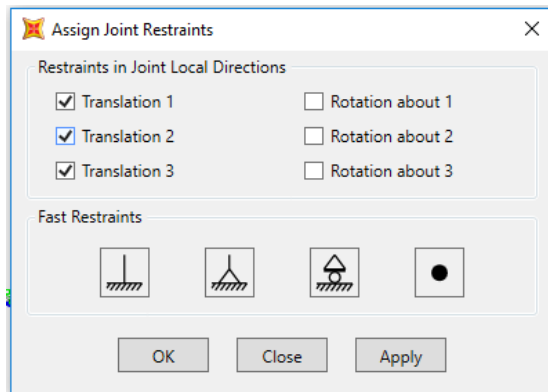
7. Memasukkan *frame section* dengan asumsi material beton berdiameter 1 meter.



Gambar 5. 7 *Assign Frame Section* pada SAP2000

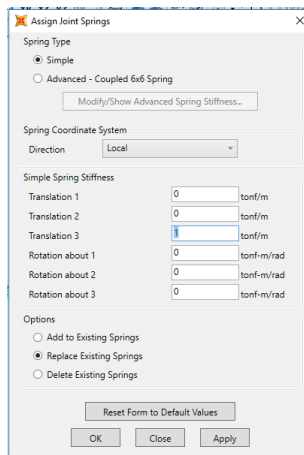


8. Memasukkan perletakkan sendi pada kedalaman 0 meter dan 80 meter.



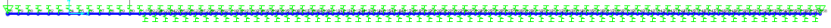
Gambar 5. 8 *Assign Joint Restraints* pada SAP2000

9. Memasukkan *spring* yang dianggap sebagai interaksi dinding penahan tanah dan tanah pada *elastic foundation*. *Spring* dimasukkan untuk semua *joint* dengan anggapan *spring* bernilai 1 t/m<sup>3</sup> terlebih dahulu. *Spring* dimasukkan sesuai dengan *local axes 3*.



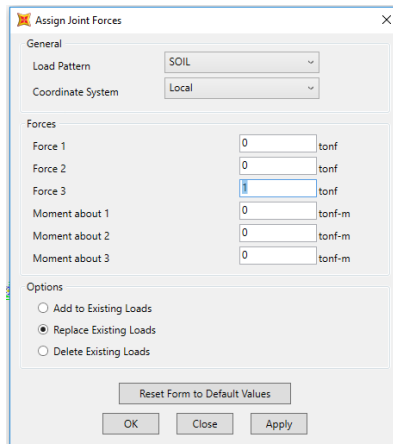
Gambar 5. 9 *Assign Joint Spring* pada SAP2000

Bentuk permodelan dinding penahan tanah adalah seperti gambar berikut:



Gambar 5. 10 Permodelan Dinding Penahan Tanah 80 m

10. Memasukkan beban terpusat tanah pada semua *joint*. Beban terpusat dimasukkan dengan anggapan bernilai 1 t terlebih dahulu. Beban terpusat dimasukkan sesuai dengan *local axes* 3.



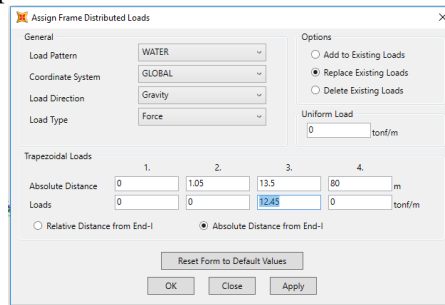
Gambar 5. 11 *Assign Joint Forces* pada SAP2000

11. Memasukkan beban air tanah ( $\sigma_w$ ), dianggap sebagai beban terbagi merata.

Tabel 5. 1 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 80 m (Galian 13,5 m)

Kedalaman (m)	$\sigma_w$ (t/m <sup>2</sup> )
1.05	0.00
13.5	12.45
80	0.00

Beban air tanah dimasukkan untuk arah beban di belakang dinding penahan.



Gambar 5. 12 Assign Frame Distributed Loads pada SAP2000

12. Melakukan *Interactive Database Editing* untuk mempermudah memasukkan nilai *ks spring* dan beban terpusat tanah dari kedalaman 0 sampai 80 meter. Dilakukan dengan memilih *Joint Assignment*, kemudian memilih *Joint Load Load Force*, dan memasukkan beban terpusat tanah *at rest* yang telah dihitung pada langkah 4 dan terdapat pada lampiran (Tabel 3 dan 4)

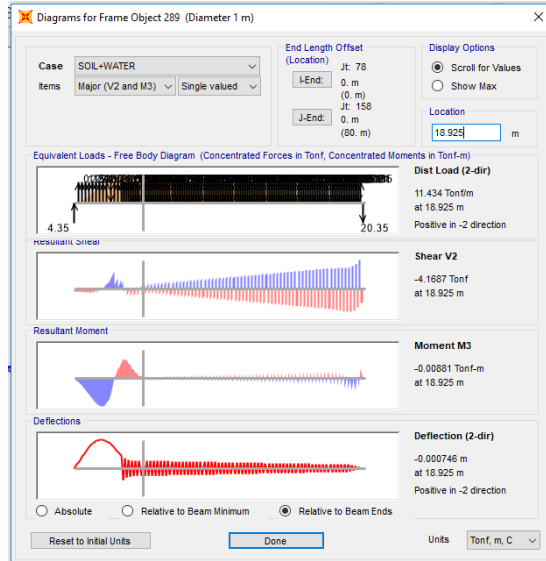
Joint	LoadPat	CoordSys	F1 Totlf	F2 Totlf	F3 Totlf	M1 Totlf	M2 Totlf	M3 Totlf	GUID
76	SOIL	Local	0	0	0.579	0	0	0	828ee16-3fb-42d1-bdc4-c64b-1d258b
79	SOIL	Local	0	0	1.6319	0	0	0	5dc0c3a7b6c-4b54-79d-3667ba3e491e
80	SOIL	Local	0	0	2.2638	0	0	0	7ec42601e-763-401a-955c-022280c09e3d
81	SOIL	Local	0	0	2.8957	0	0	0	50a05012a-29f-454a-b115-7a4a49553990
82	SOIL	Local	0	0	3.5276	0	0	0	3a6a5030-010-479f-a9d2-7b-1aee9f5429
83	SOIL	Local	0	0	4.1596	0	0	0	5c950a30-608b-455a-b119-42291b0a5af37
84	SOIL	Local	0	0	4.7915	0	0	0	380c5373-ee02-4003-ba41-e9554e4a403
85	SOIL	Local	0	0	5.4234	0	0	0	9146275e-d82a-494e-e724-91281e28f02d
86	SOIL	Local	0	0	6.0553	0	0	0	7be07700-c2ae-4af2-b245-965091538a5
87	SOIL	Local	0	0	6.6872	0	0	0	d789f939-31af-4b93-ba1-339c9a6c5159
88	SOIL	Local	0	0	7.3191	0	0	0	9f1371aa-3e4f-40e5-857b-5151619605a
89	SOIL	Local	0	0	7.9510	0	0	0	c3e7a7b3-9f4b-480a-becb-0012278a0220
90	SOIL	Local	0	0	8.5829	0	0	0	3a93253e-09d0-4f0e-a943-50a022277f1b
91	SOIL	Local	0	0	9.2148	0	0	0	7a93b320-5a7d-455a-9d5a-9982564122b3
92	SOIL	Local	0	0	9.8467	0	0	0	d10c-7445-6f03-487e-aaf1-3e030258a341
93	SOIL	Local	0	0	11.1336	0	0	0	633ac48a-74d47-48eb-b79f454310c1256f
94	SOIL	Local	0	0	11.8333	0	0	0	365642a3-042e-4a7a-9e14-3a67c40a639c
95	SOIL	Local	0	0	12.533	0	0	0	f9467704-5609-4176-a12f-637ac2a20087
96	SOIL	Local	0	0	13.2327	0	0	0	17bdaef7-07a2-4e15-933a-20916403ec9f
97	SOIL	Local	0	0	13.9324	0	0	0	4b73cc0c-2b63-43ba-9b17-999f99ba9c4b
98	SOIL	Local	0	0	14.6321	0	0	0	d4203114a4a0-4a7b-a91f-6a10a0c5a151c
99	SOIL	Local	0	0	15.3318	0	0	0	780609-2b2c-45a5-6a5e-7aee16a69f50

Gambar 5. 13 Interactive Database Editing-Joint Load Force pada SAP2000

Dilanjutkan dengan *Joint Spring Assignment* yang telah dihitung pada langkah 5 dan terdapat dalam lampiran (Tabel 3 dan 4)

Gambar 5. 14 Gambar 5. 19 *Interactive Database Editing-Joint Spring Assignment* pada SAP2000

13. Merunning permodelan, dan melihat kedalaman dengan momen mendekati 0 ( $M \approx 0$ ).



Gambar 5. 15 Panjang Dinding untuk  $M \approx 0$

Kedalaman yang didapatkan untuk  $M \approx 0$  ( $D_{\text{awal}}$ ) adalah 18,925 meter. Kedalaman tersebut dikalikan dengan angka keamanan (FS) sebesar 1,2.

$$\begin{aligned} D_{\text{awal}} &= 18,925 \text{ m} \\ \text{FS} &= 1,2 \\ D_{\text{DPT}} &= \text{FS} \times D_{\text{awal}} \\ &= 1,2 \times 18,925 \\ &= 22,71 \text{ m} \approx 25 \text{ m.} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan panjang dinding penahan tanah dari metode *beam on elastic foundation* sedalam 25 meter.

### 5.1.2 Kontrol Heave

Panjang dinding penahan tanah yang diperoleh dari program bantu SAP2000, perlu dikontrol agar aman terhadap *heave*. Baik *heave* akibat tanah itu sendiri ataupun *heave* akibat air yang terjebak dalam tanah.

#### a. Kontrol Heave akibat Tanah

Kontrol *heave* terhadap tanah sesuai dengan Subbab 2.5. Perhitungannya ditunjukkan di bawah ini:

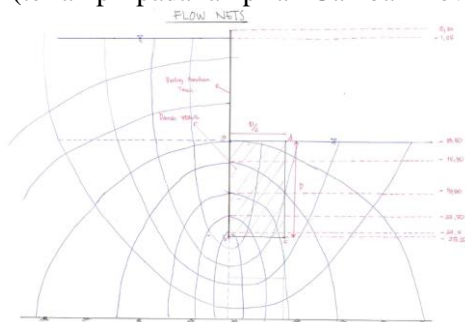
$$\begin{aligned} - \text{He} &= 13,5 \text{ m} \\ - \text{H} &= 25 \text{ m} \\ - \text{D} &= \text{H} - \text{He} \\ &= 11,5 \text{ m} \\ - \text{B} &= 66 \text{ m} \\ - \frac{B}{\sqrt{2}} &= 46,67 \text{ m, sehingga dipakai rumus untuk } D < \frac{B}{\sqrt{2}} \\ - \gamma &= \frac{\gamma_{0-10} + \gamma_{10-13,5}}{2} \\ &= \frac{1,632 + 1,700}{2} \\ &= 1,67 \text{ t/m}^3 \\ - \text{su}_1 &= \frac{\text{su}_{1(0-10)} + \text{su}_{1(10-13,5)}}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,51 + 5,36}{2} \\
 &= 2,94 \text{ t/m}^2 \\
 - \quad su_2 &= \frac{su_{2(13,5-20)} + su_{2(20-25)}}{2} \\
 &= \frac{5,36 + 21,45}{2} \\
 &= 13,41 \text{ t/m}^2 \\
 - \quad W &= (\gamma \times He + qs) \times D \\
 &= (1,67 \times 13,5 + 1) \times 11,5 \\
 &= 267,58 \text{ t/m} \\
 - \quad Qu &= 5,7 su_2 D \\
 &= 5,7 \times 13,41 \times 11,5 \\
 &= 878,9 \text{ t/m} \\
 - \quad Fb &= \frac{Qu}{W - su_1 He} \\
 &= \frac{878,9}{267,58 - 2,94 \times 13,5} \\
 &= 3,86 > 1,5 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Angka keamanan ( $Fb$ ) aman terhadap *heave*, karena lebih dari 1,5.

b. Kontrol *Heave* akibat Air

Perhitungan *heave* akibat air berdasarkan Subbab 2.5, gambar *flow net* dengan galian 13,5 meter ditunjukkan pada Gambar 5.16 (terlampir pada lampiran Gambar Flow Nets).



Gambar 5. 16 *Flow Nets* Galian 13,5 m

Sehingga perhitungan yang didapat adalah sebagai berikut:

Kehilangan energi pada titik b

$$= \frac{N_d \text{ di titik b}}{\text{Jumlah } N_d} \times \Delta H$$

$$= \frac{6}{12} \Delta H$$

Kehilangan energi pada titik c

$$= \frac{N_d \text{ di titik c}}{\text{Jumlah } N_d} \times \Delta H$$

$$= \frac{4}{12} \Delta H$$

Kehilangan energi

$$= \frac{\text{Kehilangan Energi b} + \text{Kehilangan Energi c}}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \times \left( \frac{6}{12} + \frac{4}{12} \right)$$

$$= \frac{5}{12}$$

$$i_{\text{avg}} = \frac{\text{Kehilangan Energi} \times \Delta H}{D}$$

$$= \frac{\frac{5}{12} \times (-25 - (-1,05))}{25 - 13,5}$$

$$= 0,78$$

$$FS_{\text{Heave}} = \frac{\gamma'}{i_{\text{avg}} \times \gamma_w}$$

$$= \frac{\frac{0,7 + 0,884}{2}}{0,78 \times 1}$$

$$= 1,61$$

$FS_{\text{Heave}} > 1,25$ , maka panjang dinding penahan tanah aman menahan *heave*.

### 5.1.3 Kontrol *Uplift* (*Buoyancy*)

*Uplift* didapatkan setelah pelat terbawah terpasang. Seluruh beban dari tekanan air akan ditahan oleh berat total dari struktur *basement* bagian bawah. maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{uplift} &= \Delta H_{air} \times \gamma_w \\ &= (13,5 - 1,05) \times 1 \\ &= 12,45 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_{uplift} &= F_{uplift} \times B_{basement} \\ &= 12,45 \times 66 \\ &= 821,7 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, beban yang harus ditahan oleh pelat terbawah *basement* adalah 821,7 t/m.

Seluruh bagian dari dinding penahan tanah yang berada di luar akan membantu gaya *uplift* yang terjadi. Gaya tersebut akan ditahan oleh friksi antara dinding penahan tanah dengan tanah. selain itu, juga friksi akibat pelat terbawah juga akan menimbulkan gaya yang membantu gaya *uplift*. Perhitungan gaya friksi ( $Q_s$ ) dibagi menjadi 2, yaitu belakang dan depan dinding penahan tanah. berikut perhitungannya:

$$Q_f = K \times c, \text{ untuk tanah lempung}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Q_f &= \text{gaya akibat lekatan dan geseran pada sekeliling tiang} \\ K &= \text{luas selimut tiang} \\ c &= \text{kokesi tanah} \end{aligned}$$



Sehingga diperoleh nilai  $Q_f$  adalah:

Tabel 5. 2 Perhitungan  $Q_f/Q_s$

Kedalaman (m)			Z (m)	K (m)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Qf (t/m)
0	-	10	10	7.85	0.51	4.01
10	-	13.5	3.5	2.75	5.36	14.75
13.5	-	20	6.5	5.11	5.36	27.39
20	-	25	5	3.93	21.45	84.24

$$\begin{aligned}
 Q_{f_{\text{belakangDPT}}} &= \sum Q_{f_{0-25}} \\
 &= 4,01 + 14,75 + 27,39 + 84,24 \\
 &= 130,39 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{f_{\text{belakangDPT}}} &= 2 \times \sum Q_{f_{13,5-25}} \\
 &= 2 \times (27,39 + 84,24) \\
 &= 37,52 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

Berat yang dapat melawan gaya *uplift* adalah struktur *basement*. Lebar *basement* adalah 66 m, dengan panjang dinding 25 meter. Tebal pelat terbawah yang digunakan sesuai dengan perencanaan eksisting, yaitu 1,3 meter.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{DPT}} &= \gamma_{\text{beton}} \times A_{\text{DPT}} \times H_{\text{DPT}} \times B_{\text{basement}} \\
 &= 2,4 \times (1/4\pi D^2) \times 25 \times 66 \\
 &= 3110,2 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{Pelat}} &= \gamma_{\text{beton}} \times t_{\text{pelat}} \times B_{\text{basement}} \\
 &= 2,4 \times 1,3 \times 66 \\
 &= 205,92 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh total gaya lawan dari struktur sebesar:

$$\begin{aligned}
 \sum F_{\text{struktur}} &= Q_{f_{\text{belakangDPT}}} + Q_{f_{\text{depanDPT}}} + W_{\text{DPT}} + W_{\text{Pelat}} \\
 &= 130,39 + 18,76 + 3110,2 + 205,92
 \end{aligned}$$

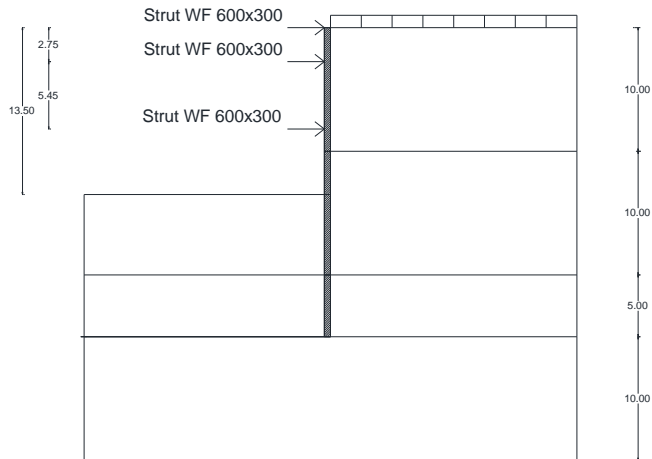
$$= 3484 \text{ t/m.}$$

$\Sigma F_{\text{struktur}} > \text{dari } \Sigma F_{\text{uplift}}$ , sehingga struktur *basement* aman menerima gaya angkat dari air.

## **5.2 Evaluasi Struktur *Soldier Pile* Eksisting *Basement One East Residence Apartment***

*Basement One East Residence Apartment* terdiri dari tiga lantai. Elevasi pada setiap basement yaitu basement pertama -4,0 m, basement kedua -7,2 m, dan basement ketiga -10,4 m. Pembangunan *basement* dilakukan dengan metode *bottom up*, sehingga diperlukan penggalian terlebih dahulu. Galian yang dilaksanakan adalah 13,5 meter di bawah permukaan tanah.

Pelaksanaan metode *bottom up* diawali dengan penggalian tanah sampai kedalaman galian yang ditentukan, atau di bawah elevasi rencana *basement*. Penggalian tanah dapat mengakibatkan tanah yang tidak digali akan runtuh mengisi daerah yang sudah digali. Untuk mencegah keruntuhan tersebut, maka diperlukan dinding penahan tanah yang mampu menahan tekanan lateral tanah yang tidak digali tersebut. *One East Residence Apartment* menggunakan dinding penahan tanah berjenis *soldier pile* dengan diameter 1000 mm dengan bantuan *strut* pada saat pelaksanaan pada elevasi 0 m, -2,75 m dan -8,2 m.



Gambar 5. 17 Ilustrasi Posisi *Strut* Eksisting dan Lapis Tanah

Saat pekerjaan *soldier pile* selesai, terjadi defleksi yang menyebabkan *soldier pile* bergerak yang menjadi penyebab keretakan bangunan sekitar. Sehingga diperlukan peninjauan untuk mengetahui besarnya defleksi. Namun pada data eksisting tidak diketahui berapa panjang dinding *soldier pile* yang tertanam. Data yang digunakan adalah data yang ada dengan perencanaan panjang dinding penahan. Untuk melakukan evaluasi pada *soldier pile* eksisting perlu diketahui nilai defleksi yang mungkin terjadi pada perencanaan yang sudah ada. Defleksi didapatkan melalui program bantu SAP2000.

### 1. Evaluasi Defleksi *Soldier Pile* Eksisting

Panjang dinding penahan tanah yang didapatkan pada Subbab 5.1, digunakan untuk evaluasi ini. Karena tidak diketahui tahap penggalian eksisting, sehingga direncanakan penggalian sedikit di bawah posisi *strut*. Penggalian tanah direncanakan dalam 4 tahap penggalian, yaitu pada elevasi -3,5 m, -8,5 m dan -13,5 m. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi, digunakan metode *Stress and Deformation* dengan *Beam on Elastic Foundation*. Nilai

defleksi dapat diketahui secara bertahap pada setiap tahapan penggalian. Defleksi pada penggalian terakhir (penggalian keempat) adalah defleksi akhir yang terjadi.

a. Penggalian Pertama (3,5 meter)

Penggalian pertama dilakukan dari elevasi 0 sampai -3,5 meter. Langkah permodelan adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan *preliminary design soldier pile*, direncanakan dengan:
  - a. diameter : 1 meter
  - b. panjang awal : 25 meter
2. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-0}$ ) dan aktif ( $\sigma_{H-min}$ ) per meter di belakang dinding penahan. Perhitungan terlampir dalam lampiran (Tabel 5).
3. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-0}$ ) dan pasif ( $\sigma_{H-max}$ ) per meter depan dinding penahan tanah.

Tabel 5. 3 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting (Galian 3,5 m)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_H$ (t/m <sup>2</sup> )	Kp	$\sigma_H^{max}$ (t/m <sup>2</sup> )
3.5	-	3.5	0	0.632	0.00	0	0.51	1	0.00	1	1.02
3.5	-	4	0.5	0.632	0.32	0	0.51	1	0.32	1	1.34
4	-	5	1	0.632	0.95	0	0.51	1	0.95	1	1.97
5	-	6	1	0.632	1.58	0	0.51	1	1.58	1	2.60
6	-	7	1	0.632	2.21	0	0.51	1	2.21	1	3.23
7	-	8	1	0.632	2.84	0	0.51	1	2.84	1	3.87
8	-	9	1	0.632	3.48	0	0.51	1	3.48	1	4.50
9	-	10	1	0.632	4.11	0	0.51	1	4.11	1	5.13
9	-	10	1	0.632	4.11	0	5.36	1	4.11	1	14.84
10	-	11	1	0.700	4.81	0	5.36	1	4.81	1	15.54
11	-	12	1	0.700	5.51	0	5.36	1	5.51	1	16.24
12	-	13	1	0.700	6.21	0	5.36	1	6.21	1	16.94
13	-	13.5	0.5	0.700	6.56	0	5.36	1	6.56	1	17.29
13.5	-	14	0.5	0.700	6.91	0	5.36	1	6.91	1	17.63
14	-	15	1	0.700	7.61	0	5.36	1	7.61	1	18.33
15	-	16	1	0.700	8.31	0	5.36	1	8.31	1	19.03
16	-	17	1	0.700	9.01	0	5.36	1	9.01	1	19.73
17	-	18	1	0.700	9.71	0	5.36	1	9.71	1	20.43
18	-	19	1	0.700	10.40	0	5.36	1	10.40	1	21.13
19	-	20	1	0.700	11.10	0	5.36	1	11.10	1	21.83
19	-	20	1	0.700	11.10	0	21.45	1	11.10	1	54.01
20	-	21	1	0.884	11.99	0	21.45	1	11.99	1	54.89

Tabel 5. 3 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting (Galian 3,5 m) (lanjutan)

Kedalaman (m)	Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{at}$ (t/m <sup>2</sup> )	Kp	$\sigma_{imax}$ (t/m <sup>2</sup> )		
21	-	22	1	0.884	12.87	0	21.45	1	12.87	1	55.78
22	-	23	1	0.884	13.76	0	21.45	1	13.76	1	56.66
23	-	24	1	0.884	14.64	0	21.45	1	14.64	1	57.54
24	-	25	1	0.884	15.52	0	21.45	1	15.52	1	58.43
24	-	25	1	0.884	15.52	0	25.25	1	15.52	1	66.02

4. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) dan aktif per meter di belakang dinding yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest* dan aktif di belakang dinding penahan tanah pada lampiran Tabel 5.

Tabel 5. 4 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Aktif ( $P_{H-min}$ ) 25 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	$P_H$ (t)	$P_{H-min}$ (t)
0	0.58	0.07
1	1.63	0.61
2	2.26	1.24
2.75	2.74	1.72
3	2.90	1.87
4	3.53	2.51
5	4.16	3.14
6	4.79	3.77
7	5.42	4.40
8	6.06	5.03
8.2	6.18	5.16
9	6.69	5.67
10	7.33	3.07
11	8.02	0.00
12	8.72	0.00
13	9.42	0.00
14	10.12	0.00
15	10.82	0.22
16	11.52	0.79
17	12.22	1.49
18	12.92	2.19
19	13.62	2.89
20	14.34	1.71
21	15.20	0.00
22	16.08	0.00
23	16.97	0.00
24	17.85	0.00
25	18.62	0.00

5. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) dan pasif per meter di depan *soldier pile* eksisting yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest* dan pasif di depan dinding pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 5 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting (Galian 3,5 m)

Kedalaman (m)	$P_H$ (t)	$P_{H-max}$ (t)
3.5	0.08	0.59
4.5	0.63	1.65
5.5	1.26	2.29
6.5	1.90	2.92
7.5	2.53	3.55
8.5	3.16	4.18
9.5	3.79	4.81
10.5	4.46	15.19
11.5	5.16	15.89
12.5	5.86	16.59
13.5	6.56	17.29
14.5	7.26	17.98
15.5	7.96	18.68
16.5	8.66	19.38
17.5	9.36	20.08
18.5	10.05	20.78
19.5	10.75	21.48
20.5	11.55	54.45
21.5	12.43	55.33
22.5	13.31	56.22
23.5	14.20	57.10
24.5	15.08	57.98

6. Menghitung beban air tanah.

Tabel 5. 6 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 25 m (Galian 3,5 m)

Kedalaman (m)	$\sigma_w$ (t/m <sup>2</sup> )
1.05	0.00
3.5	2.45
25	0.00

7. Memodelkan dinding penahan tanah ke dalam SAP 2000, langkah dalam permodelan dan *assign* data sama seperti mencari panjang dinding penahan tanah Subbab 5.1.1 (langkah nomor 5 sampai 13).



Gambar 5. 18 Permodelan *Soldier Pile* Eksisting 25 m  
(Penggalian Pertama)

8. Melihat hasil defleksi pada *Joint Output*, didapatkan hasil seperti di bawah ini:

Tabel 5. 7 Defleksi Iterasi 1 Galian 3,5 m *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0008	3.5	0.0006
1	0.0008	4.5	0.0006
2	0.0007	5.5	0.0006
2.75	0.0007	6.5	0.0005
3	0.0007	7.5	0.0005
4	0.0006	8.5	0.0005
5	0.0006	9.5	0.0004
6	0.0005	10.5	0.0004
7	0.0005	11.5	0.0003
8	0.0005	12.5	0.0003
8.2	0.0005	13.5	0.0002
9	0.0005	14.5	0.0002
10	0.0004	15.5	0.0002
11	0.0003	16.5	0.0002
12	0.0003	17.5	0.0002
13	0.0003	18.5	0.0002
14	0.0002	19.5	0.0002
15	0.0002	20.5	0.0002
16	0.0002	21.5	0.0002
17	0.0002	22.5	0.0001
18	0.0002	23.5	0.0001
19	0.0002	24.5	0.0000
20	0.0002		
21	0.0002		
22	0.0002		
23	0.0001		
24	0.0001		
25	0.0000		

Dari nilai defleksi di atas, maka dapat diketahui nilai  $P_{\text{actual}}$  yang bekerja pada *soldier pile* eksisting.

- $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$  ,  $P_{\text{aktif actual}} = P_o - \delta \times ks$
- $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif actual}}$  ,  $P_{\text{pasif actual}} = P_o + \delta \times ks$

Jika  $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$  atau  $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif actual}}$ , maka *spring* dapat dihilangkan atau dianggap bernilai 0. Hasil  $P_{\text{actual}}$  pada iterasi ini terdapat pada Tabel 5.8 dan 5.9.

Tabel 5. 8 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0008	0.00	NO
1	2125.85	1.63	0.61	0.0008	0.00	NO
2	2125.85	2.26	1.24	0.0007	0.71	NO
2.75	2125.85	2.74	1.72	0.0007	1.26	NO
3	2125.85	2.90	1.87	0.0007	1.45	NO
4	2125.85	3.53	2.51	0.0006	2.21	NO
5	2125.85	4.16	3.14	0.0006	2.94	NO
6	2125.85	4.79	3.77	0.0005	3.64	NO
7	2125.85	5.42	4.40	0.0005	4.31	NO
8	2125.85	6.06	5.03	0.0005	5.00	NO
8.2	2125.85	6.18	5.16	0.0005	5.14	NO
9	2125.85	6.69	5.67	0.0005	5.72	YES
10	2125.85	7.33	3.07	0.0004	6.49	YES
11	9566.33	8.02	0.00	0.0003	4.82	YES
12	9566.33	8.72	0.00	0.0003	5.98	YES
13	9566.33	9.42	0.00	0.0003	7.00	YES
14	9566.33	10.12	0.00	0.0002	7.88	YES
15	9566.33	10.82	0.22	0.0002	8.68	YES
16	9566.33	11.52	0.79	0.0002	9.43	YES
17	9566.33	12.22	1.49	0.0002	10.15	YES
18	9566.33	12.92	2.19	0.0002	10.86	YES
19	9566.33	13.62	2.89	0.0002	11.59	YES
20	9566.33	14.34	1.71	0.0002	12.38	YES
21	9566.33	15.20	0.00	0.0002	13.38	YES
22	9566.33	16.08	0.00	0.0002	14.51	YES
23	9566.33	16.97	0.00	0.0001	15.79	YES
24	9566.33	17.85	0.00	0.0001	17.22	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	18.62	YES



Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile* eksisting ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 9 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
3.5	2125.85	0.08	0.59	0.0006	1.46	NO
4.5	2125.85	0.63	1.65	0.0006	1.90	NO
5.5	2125.85	1.26	2.29	0.0006	2.45	NO
6.5	2125.85	1.90	2.92	0.0005	3.02	NO
7.5	2125.85	2.53	3.55	0.0005	3.61	NO
8.5	2125.85	3.16	4.18	0.0005	4.17	YES
9.5	2125.85	3.79	4.81	0.0004	4.69	YES
10.5	9566.33	4.46	15.19	0.0004	7.92	YES
11.5	9566.33	5.16	15.89	0.0003	8.08	YES
12.5	9566.33	5.86	16.59	0.0003	8.40	YES
13.5	9566.33	6.56	17.29	0.0002	8.85	YES
14.5	9566.33	7.26	17.98	0.0002	9.41	YES
15.5	9566.33	7.96	18.68	0.0002	10.03	YES
16.5	9566.33	8.66	19.38	0.0002	10.70	YES
17.5	9566.33	9.36	20.08	0.0002	11.38	YES
18.5	9566.33	10.05	20.78	0.0002	12.06	YES
19.5	9566.33	10.75	21.48	0.0002	12.72	YES
20.5	9566.33	11.55	54.45	0.0002	13.40	YES
21.5	9566.33	12.43	55.33	0.0002	14.09	YES
22.5	9566.33	13.31	56.22	0.0001	14.66	YES
23.5	9566.33	14.20	57.10	0.0001	15.07	YES
24.5	9566.33	15.08	57.98	0.0000	15.35	YES

9. Melakukan iterasi pada  $P_{\text{actual}}$  yang terjadi. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi tanpa adanya pergerakan *soldier pile* lagi, maka perlu dilakukan iterasi, sampai perbedaan defleksi pada iterasi sesudahnya mendekati 0 ( $\Delta\delta \approx 0$ ), dalam evaluasi ini digunakan  $\Delta\delta < 0,0001$  m. Selain itu, perlu dicek sampai sudah tidak ada *spring* yang dihilangkan lagi. Jika  $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$ , maka yang digunakan untuk iterasi

selanjutnya adalah  $P_{\text{aktif min}}$ , begitu pula jika  $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif max}}$ , maka yang digunakan untuk iterasi selanjutnya adalah  $P_{\text{pasif max}}$ . Pada penggalan pertama ini dilakukan iterasi sebanyak 7 kali. Hasil iterasi ketujuh ditunjukkan pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 (hasil iterasi kedua sampai keenam terlampir dalam lampiran, Tabel 6 sampai Tabel 15):

Tabel 5. 10 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 7 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_7$ (m)	$\Delta\delta_{76}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 8
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	-0.001	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1053	-0.001	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0954	-0.001	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	-0.001	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0856	-0.001	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0757	-0.001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0660	-0.001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0564	-0.001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0471	-0.001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0382	-0.001	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0365	-0.001	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0299	-0.001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0223	0.000	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0156	0.000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0101	0.000	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0059	0.000	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0029	0.000	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0011	0.000	0.22	NO
16	9566.33	13.88	0.79	0.0002	0.000	11.74	YES
17	9566.33	18.53	1.49	-0.0001	0.000	19.30	YES
18	9566.33	17.72	2.19	-0.0001	0.000	18.76	YES
19	9566.33	15.69	2.89	-0.0001	0.000	16.22	YES
20	9566.33	14.20	1.71	0.0000	0.000	14.24	YES
21	9566.33	13.78	0.00	0.0000	0.000	13.57	YES
22	9566.33	14.17	0.00	0.0000	0.000	13.90	YES
23	9566.33	15.24	0.00	0.0000	0.000	15.02	YES
24	9566.33	16.86	0.00	0.0000	0.000	16.74	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* eksisting pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 11 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 7 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

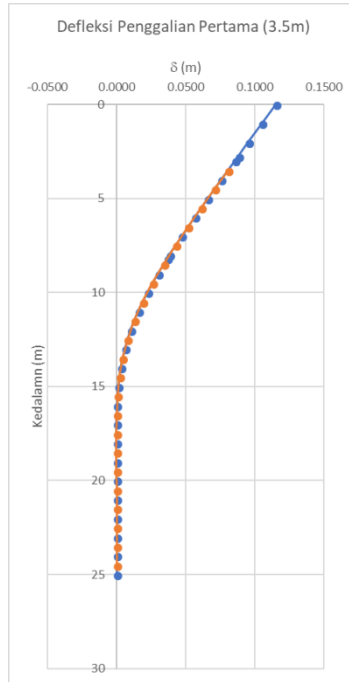
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_7$ (m)	$\Delta\delta_7$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 8
3.5	0.00	0.59	0.59	0.0806	-0.0009	0.59	NO
4.5	0.00	1.65	1.65	0.0709	-0.0008	1.65	NO
5.5	0.00	2.29	2.29	0.0612	-0.0007	2.29	NO
6.5	0.00	2.92	2.92	0.0518	-0.0007	2.92	NO
7.5	0.00	3.55	3.55	0.0426	-0.0006	3.55	NO
8.5	0.00	4.18	4.18	0.0340	-0.0006	4.18	NO
9.5	0.00	4.81	4.81	0.0260	-0.0005	4.81	NO
10.5	0.00	15.19	15.19	0.0188	-0.0005	15.19	NO
11.5	0.00	15.89	15.89	0.0127	-0.0004	15.89	NO
12.5	0.00	16.59	16.59	0.0079	-0.0003	16.59	NO
13.5	0.00	17.29	17.29	0.0043	-0.0003	17.29	NO
14.5	0.00	17.98	17.98	0.0019	-0.0002	17.98	NO
15.5	9566.33	11.78	18.68	0.0006	-0.0002	17.24	YES
16.5	9566.33	3.06	19.38	0.0000	-0.0001	3.22	YES
17.5	9566.33	3.26	20.08	-0.0001	0.0000	2.14	YES
18.5	9566.33	6.39	20.78	-0.0001	0.0000	5.55	YES
19.5	9566.33	9.67	21.48	0.0000	0.0000	9.37	YES
20.5	9566.33	12.20	54.45	0.0000	0.0000	12.27	YES
21.5	9566.33	13.94	55.33	0.0000	0.0000	14.16	YES
22.5	9566.33	14.95	56.22	0.0000	0.0000	15.16	YES
23.5	9566.33	15.33	57.10	0.0000	0.0000	15.46	YES
24.5	9566.33	15.27	57.98	0.0000	0.0000	15.28	YES

Berdasarkan iterasi terakhir, defleksi yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 12 Defleksi Iterasi 6 Galian 3,5 m *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	$\delta_7$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_7$ (m)
0	0.1151	3.5	0.0806
1	0.1053	4.5	0.0709
2	0.0954	5.5	0.0612
2.75	0.0880	6.5	0.0518
3	0.0856	7.5	0.0426
4	0.0757	8.5	0.0340
5	0.0660	9.5	0.0260
6	0.0564	10.5	0.0188
7	0.0471	11.5	0.0127
8	0.0382	12.5	0.0079
8.2	0.0365	13.5	0.0043
9	0.0299	14.5	0.0019
10	0.0223	15.5	0.0006
11	0.0156	16.5	0.0000
12	0.0101	17.5	-0.0001
13	0.0059	18.5	-0.0001
14	0.0029	19.5	0.0000
15	0.0011	20.5	0.0000
16	0.0002	21.5	0.0000
17	-0.0001	22.5	0.0000
18	-0.0001	23.5	0.0000
19	-0.0001	24.5	0.0000
20	0.0000		
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Bentuk defleksi pada *soldier pile* eksisting dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 19 Defleksi Penggalan Pertama (3,5 m) *Soldier Pile* Eksisting

Setelah penggalan pertama ini, direncanakan pemasangan *strut* pada elevasi 0 dan -2,75 meter. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi 0 dan -2,75 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalan kedua.

b. Penggalian Kedua (8,5 meter)

Pada penggalian kedua ini, telah dilakukan pemasangan *strut* pada elevasi 0 dan -2,75 meter.



Gambar 5. 20 Permodelan *Soldier Pile* Eksisting 25 m  
(Penggalian Kedua)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile* eksisting, perlu dihitung dengan  $P_{H-O}$  yang terjadi pada penggalian sedalam 8,5 meter melalui tekanan tanah lateral pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di  
Depan *Soldier Pile* Eksisting (Galian 8,5 m)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_H$ (t/m <sup>2</sup> )	Kp	$\sigma_{H-max}$ (t/m <sup>2</sup> )
8.5	-	8.5	0	0.632	0.00	0	0.51	1	0.00	1	1.02
8.5	-	9	0.5	0.632	0.32	0	0.51	1	0.32	1	1.34
9	-	10	1	0.632	0.95	0	0.51	1	0.95	1	1.97
9	-	10	1	0.632	0.95	0	5.36	1	0.95	1	11.68
10	-	11	1	0.700	1.65	0	5.36	1	1.65	1	12.38
11	-	12	1	0.700	2.35	0	5.36	1	2.35	1	13.08
12	-	13	1	0.700	3.05	0	5.36	1	3.05	1	13.78
13	-	13.5	0.5	0.700	3.40	0	5.36	1	3.40	1	14.13
13.5	-	14	0.5	0.700	3.75	0	5.36	1	3.75	1	14.48
14	-	15	1	0.700	4.45	0	5.36	1	4.45	1	15.18
15	-	16	1	0.700	5.15	0	5.36	1	5.15	1	15.87
16	-	17	1	0.700	5.85	0	5.36	1	5.85	1	16.57
17	-	18	1	0.700	6.55	0	5.36	1	6.55	1	17.27
18	-	19	1	0.700	7.25	0	5.36	1	7.25	1	17.97
19	-	20	1	0.700	7.94	0	5.36	1	7.94	1	18.67
19	-	20	1	0.700	7.94	0	21.45	1	7.94	1	50.85
20	-	21	1	0.884	8.83	0	21.45	1	8.83	1	51.73
21	-	22	1	0.884	9.71	0	21.45	1	9.71	1	52.62
22	-	23	1	0.884	10.60	0	21.45	1	10.60	1	53.50
23	-	24	1	0.884	11.48	0	21.45	1	11.48	1	54.38
24	-	25	1	0.884	12.36	0	21.45	1	12.36	1	55.27
24	-	25	1	0.884	12.36	0	25.25	1	12.36	1	62.86

Untuk beban terpusat pada penggalian sedalam 8,5 meter ditunjukkan pada Tabel 5.14 berikut ini:

Tabel 5. 14 Beban Terpusat  $P_{H-O}$  dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting (Galian 8,5 m)

Kedalaman (m)	$P_H(t)$	$P_{H-max}(t)$
8.5	0.08	0.59
9.5	0.63	1.65
10.5	1.30	12.03
11.5	2.00	12.73
12.5	2.70	13.43
13.5	3.40	14.13
14.5	4.10	14.83
15.5	4.80	15.52
16.5	5.50	16.22
17.5	6.20	16.92
18.5	6.90	17.62
19.5	7.60	18.32
20.5	8.39	51.29
21.5	9.27	52.17
22.5	10.15	53.06
23.5	11.04	53.94
24.5	11.92	54.82

Sehingga perhitungan  $P_{actual}$  yang bekerja pada penggalian kedua adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 15  $P_{actual}$  di Depan *Soldier Pile* Eksisting untuk Penggalian Kedua akibat Penggalian Pertama *Soldier Pile* Eksisting 25 m

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 8.5m (t)	$P_{H-max}(t)$	Pactual dari Galian 3.5m (t)	$P_{H-O}(t)$
8.5	0.08	0.59	4.18	0.59
9.5	0.63	1.65	4.81	1.65
10.5	1.30	12.03	15.19	12.03
11.5	2.00	12.73	15.89	12.73
12.5	2.70	13.43	16.59	13.43
13.5	3.40	14.13	17.29	14.13
14.5	4.10	14.83	17.98	14.83

Tabel 5. 15  $P_{\text{actual}}$  di Depan *Soldier Pile* Eksisting untuk Penggalan Kedua akibat Penggalan Pertama *Soldier Pile* Eksisting 25 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 8.5m (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	Pactual dari Galian 3.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
15.5	4.80	15.52	22.71	22.71
16.5	5.50	16.22	3.38	3.38
17.5	6.20	16.92	1.02	1.02
18.5	6.90	17.62	4.71	4.71
19.5	7.60	18.32	9.08	9.08
20.5	8.39	51.29	12.35	12.35
21.5	9.27	52.17	14.38	14.38
22.5	10.15	53.06	15.37	15.37
23.5	11.04	53.94	15.58	15.58
24.5	11.92	54.82	15.28	15.28

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalan kedua adalah:

Tabel 5. 16 Defleksi Iterasi 1 Galian 8,5 m *Soldier Pile* Eksisting + Strut 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	8.5	0.0032
1	-0.0002	9.5	0.0028
2	-0.0002	10.5	0.0022
2.75	0.0000	11.5	0.0015
3	0.0001	12.5	0.0008
4	0.0009	13.5	0.0003
5	0.0018	14.5	0.0001
6	0.0025	15.5	0.0001
7	0.0031	16.5	0.0003
8	0.0033	17.5	0.0004
8.2	0.0033	18.5	0.0005
9	0.0031	19.5	0.0004
10	0.0025	20.5	0.0003
11	0.0018	21.5	0.0002
12	0.0011	22.5	0.0001
13	0.0005	23.5	0.0001
14	0.0002	24.5	0.0000
15	0.0001		
16	0.0002		
17	0.0004		
18	0.0005		
19	0.0005		
20	0.0004		
21	0.0003		
22	0.0002		
23	0.0001		
24	0.0000		
25	0.0000		



Gaya aktual yang terjadi di belakang *soldier pile* eksisting dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 17 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{min}}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{17}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	-0.1151	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	-0.1054	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0002	-0.0956	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0000	-0.0880	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	-0.0854	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0009	-0.0749	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0018	-0.0643	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0025	-0.0539	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0031	-0.0440	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0033	-0.0350	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0033	-0.0332	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0031	-0.0268	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0025	-0.0197	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0018	-0.0138	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0011	-0.0090	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0005	-0.0054	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0002	-0.0028	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0001	-0.0011	0.22	NO
16	9566.33	11.74	0.79	0.0002	-0.0001	10.09	YES
17	9566.33	19.30	1.49	0.0004	0.0004	15.92	YES
18	9566.33	18.76	2.19	0.0005	0.0006	14.32	YES
19	9566.33	16.22	2.89	0.0005	0.0005	11.78	YES
20	9566.33	14.24	1.71	0.0004	0.0004	10.58	YES
21	9566.33	13.57	0.00	0.0003	0.0002	10.99	YES
22	9566.33	13.90	0.00	0.0002	0.0001	12.31	YES
23	9566.33	15.02	0.00	0.0001	0.0001	14.18	YES
24	9566.33	16.74	0.00	0.0000	0.0000	16.39	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk gaya aktual di depan *soldier pile* eksisting adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 18 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$P_{H-0}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{17}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0032	-0.0774	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0028	-0.0680	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0022	-0.0590	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0015	-0.0503	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0008	-0.0418	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	0.0003	-0.0337	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	0.0001	-0.0259	14.83	NO
15.5	9566.33	15.52	22.71	0.0001	-0.0187	23.62	NO
16.5	9566.33	16.22	3.38	0.0003	-0.0125	5.88	YES
17.5	9566.33	16.92	1.02	0.0004	-0.0074	5.03	YES
18.5	9566.33	17.62	4.71	0.0005	-0.0038	9.24	YES
19.5	9566.33	18.32	9.08	0.0004	-0.0015	13.15	YES
20.5	9566.33	51.29	12.35	0.0003	-0.0002	15.44	YES
21.5	9566.33	52.17	14.38	0.0002	0.0002	16.40	YES
22.5	9566.33	53.06	15.37	0.0001	0.0002	16.50	YES
23.5	9566.33	53.94	15.58	0.0001	0.0001	16.11	YES
24.5	9566.33	54.82	15.28	0.0000	0.0000	15.40	YES

Pada penggalian kedua ini, iterasi terjadi sebanyak 2 kali. Hasil iterasi kedua ditunjukkan pada Tabel 5.20 dan 5.21 berikut:

Tabel 5. 19 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0002	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0000	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0009	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0018	0.0001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0026	0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0032	0.0001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0035	0.0002	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0035	0.0002	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0033	0.0002	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0028	0.0002	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0021	0.0002	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0013	0.0002	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0007	0.0002	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0001	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0001	0.0001	0.22	NO
16	9566.33	10.09	0.79	0.0001	-0.0001	9.12	YES
17	9566.33	15.92	1.49	0.0002	-0.0002	14.48	YES
18	9566.33	14.32	2.19	0.0002	-0.0003	12.77	YES
19	9566.33	11.78	2.89	0.0001	-0.0003	10.67	YES
20	9566.33	10.58	1.71	0.0000	-0.0003	10.18	YES
21	9566.33	10.99	0.00	0.0000	-0.0003	11.20	YES
22	9566.33	12.31	0.00	-0.0001	-0.0002	12.84	YES
23	9566.33	14.18	0.00	-0.0001	-0.0001	14.71	YES
24	9566.33	16.39	0.00	0.0000	-0.0001	16.72	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile*:

Tabel 5. 20 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0034	0.0002	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0031	0.0002	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0024	0.0002	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0017	0.0002	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0010	0.0002	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	0.0005	0.0002	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	0.0002	0.0001	14.83	NO
15.5	0.00	15.52	15.52	0.0001	0.0000	15.52	NO
16.5	9566.33	5.88	16.22	0.0001	-0.0001	7.06	YES
17.5	9566.33	5.03	16.92	0.0002	-0.0003	6.57	YES
18.5	9566.33	9.24	17.62	0.0001	-0.0003	10.59	YES
19.5	9566.33	13.15	18.32	0.0001	-0.0004	13.88	YES
20.5	9566.33	15.44	51.29	0.0000	-0.0003	15.47	YES
21.5	9566.33	16.40	52.17	0.0000	-0.0003	15.95	YES
22.5	9566.33	16.50	53.06	-0.0001	-0.0002	15.89	YES
23.5	9566.33	16.11	53.94	-0.0001	-0.0001	15.61	YES
24.5	9566.33	15.40	54.82	0.0000	0.0000	15.18	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut:

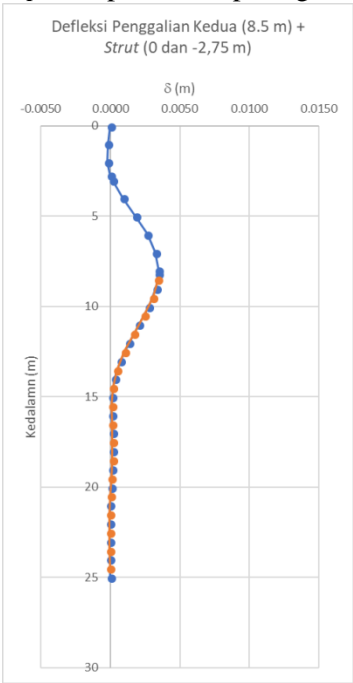
Tabel 5. 21 Defleksi Iterasi 2 Galian 8,5 m *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0000	8.5	0.0034
1	-0.0002	9.5	0.0031
2	-0.0002	10.5	0.0024
2.75	0.0000	11.5	0.0017
3	0.0001	12.5	0.0010
4	0.0009	13.5	0.0005
5	0.0018	14.5	0.0002
6	0.0026	15.5	0.0001
7	0.0032	16.5	0.0001
8	0.0035	17.5	0.0002
8.2	0.0035	18.5	0.0001
9	0.0033	19.5	0.0001
10	0.0028	20.5	0.0000
11	0.0021	21.5	0.0000
12	0.0013	22.5	-0.0001

Tabel 5. 21 Defleksi Iterasi 2 Galian 8,5 m *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0 dan -2,75 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
13	0.0007	23.5	-0.0001
14	0.0003	24.5	0.0000
15	0.0001		
16	0.0001		
17	0.0002		
18	0.0002		
19	0.0001		
20	0.0000		
21	0.0000		
22	-0.0001		
23	-0.0001		
24	0.0000		
25	0.0000		

Defleksi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 21 Defleksi Penggalian Kedua (8,5 m) *Soldier Pile* Eksisting dan *Strut* (0 dan -2,75 m)

Saat penggalian pertama telah terjadi defleksi pada elevasi 0 dan -2,75 meter, sehingga saat pemasangan *strut* perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi *strut*.

Gambar 5. 22 Assign Joint Ground Displacement pada SAP2000

Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah:

Tabel 5. 22 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.1151	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1048	0.1050	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0949	0.0951	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	0.0880	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0859	0.0857	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0779	0.0770	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0707	0.0689	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0640	0.0613	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0575	0.0543	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0512	0.0477	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0499	0.0465	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0449	0.0416	5.67	NO

Tabel 5.22 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
10	0.00	3.07	3.07	0.0387	0.0359	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0327	0.0306	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0269	0.0256	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0216	0.0209	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0168	0.0165	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0124	0.0122	0.22	NO
16	9566.33	9.12	0.79	0.0083	0.0082	0.00	NO
17	9566.33	14.48	1.49	0.0046	0.0044	0.00	NO
18	9566.33	12.77	2.19	0.0020	0.0018	0.00	NO
19	9566.33	10.67	2.89	0.0004	0.0003	6.93	YES
20	9566.33	10.18	1.71	-0.0004	-0.0004	13.96	YES
21	9566.33	11.20	0.00	-0.0007	-0.0006	17.43	YES
22	9566.33	12.84	0.00	-0.0006	-0.0006	18.69	YES
23	9566.33	14.71	0.00	-0.0004	-0.0004	18.90	YES
24	9566.33	16.72	0.00	-0.0002	-0.0002	18.84	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* eksisting adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 23 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0480	0.0446	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0418	0.0387	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0356	0.0332	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0298	0.0281	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0242	0.0232	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	0.0192	0.0187	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	0.0145	0.0143	14.83	NO
15.5	0.00	15.52	15.52	0.0103	0.0102	15.52	NO
16.5	9566.33	7.06	16.22	0.0062	0.0061	66.35	NO
17.5	9566.33	6.57	16.92	0.0030	0.0029	35.66	NO
18.5	9566.33	10.59	17.62	0.0010	0.0008	19.91	NO
19.5	9566.33	13.88	18.32	-0.0002	-0.0002	12.31	YES
20.5	9566.33	15.47	51.29	-0.0006	-0.0006	9.34	YES
21.5	9566.33	15.95	52.17	-0.0007	-0.0007	9.16	YES
22.5	9566.33	15.89	53.06	-0.0006	-0.0005	10.40	YES
23.5	9566.33	15.61	53.94	-0.0004	-0.0003	12.19	YES
24.5	9566.33	15.18	54.82	-0.0001	-0.0001	13.99	YES

Pada penggalian kedua dengan penambahan beban *ground displacement* pada *strut* 0 dan -2,75 meter ini, terjadi 5 kali iterasi. Hasil iterasi kelima ditunjukkan pada Tabel 5.24 dan Tabel 5.25 (hasil iterasi kedua sampai keempat terdapat pada lampiran Tabel 16 sampai Tabel 21).

Tabel 5. 24 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_5$ (m)	$\Delta\delta_{54}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1051	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0952	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0857	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0768	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0681	0.0001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0596	0.0002	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0512	0.0002	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0429	0.0003	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0412	0.0003	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0346	0.0004	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0266	0.0005	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0190	0.0006	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0122	0.0006	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0062	0.0007	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0014	0.0008	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	-0.0022	0.0008	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	-0.0046	0.0008	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	-0.0058	0.0008	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	-0.0059	0.0008	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	-0.0051	0.0008	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0036	0.0007	1.71	NO
21	9566.33	76.56	0.00	-0.0017	0.0006	92.55	YES
22	9566.33	48.19	0.00	-0.0003	0.0004	51.07	YES
23	9566.33	29.55	0.00	0.0003	0.0002	26.55	YES
24	9566.33	21.14	0.00	0.0003	0.0001	18.10	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Untuk hasil di depan *soldier pile* eksisting:

Tabel 5. 25 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

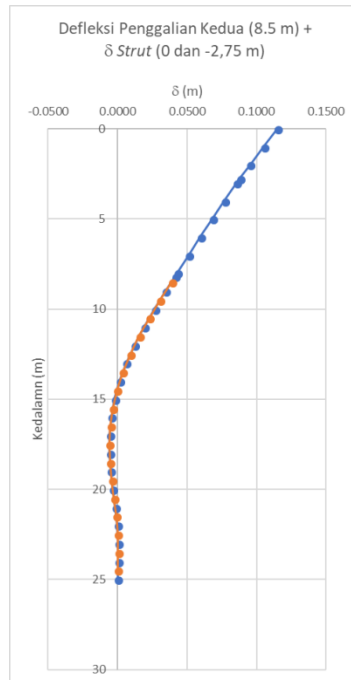
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_5$ (m)	$\Delta\delta_{54}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 6
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0387	0.0004	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0306	0.0004	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0227	0.0005	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0155	0.0006	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0091	0.0007	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	0.0037	0.0007	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	-0.0006	0.0008	14.83	NO
15.5	0.00	15.52	15.52	-0.0036	0.0008	15.52	NO
16.5	0.00	16.22	16.22	-0.0054	0.0008	16.22	NO
17.5	0.00	16.92	16.92	-0.0060	0.0008	16.92	NO
18.5	0.00	17.62	17.62	-0.0056	0.0008	17.62	NO
19.5	0.00	18.32	18.32	-0.0044	0.0007	18.32	NO
20.5	9566.33	0.00	51.29	-0.0027	0.0006	0.00	YES
21.5	9566.33	0.00	52.17	-0.0010	0.0005	0.00	YES
22.5	9566.33	0.00	53.06	0.0001	0.0003	0.55	YES
23.5	9566.33	6.08	53.94	0.0004	0.0002	9.43	YES
24.5	9566.33	12.89	54.82	0.0002	0.0000	14.48	YES

Sehingga diperoleh nilai defleksi sebagai berikut:

Tabel 5. 26 Defleksi Iterasi 5 Galian 8,5 m *Soldier Pile* Eksisting  
+  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	$\delta_s$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_s$ (m)
0	0.1151	8.5	0.0387
1	0.1051	9.5	0.0306
2	0.0952	10.5	0.0227
2.75	0.0880	11.5	0.0155
3	0.0857	12.5	0.0091
4	0.0768	13.5	0.0037
5	0.0681	14.5	-0.0006
6	0.0596	15.5	-0.0036
7	0.0512	16.5	-0.0054
8	0.0429	17.5	-0.0060
8.2	0.0412	18.5	-0.0056
9	0.0346	19.5	-0.0044
10	0.0266	20.5	-0.0027
11	0.0190	21.5	-0.0010
12	0.0122	22.5	0.0001
13	0.0062	23.5	0.0004
14	0.0014	24.5	0.0002
15	-0.0022		
16	-0.0046		
17	-0.0058		
18	-0.0059		
19	-0.0051		
20	-0.0036		
21	-0.0017		
22	-0.0003		
23	0.0003		
24	0.0003		
25	0.0000		

Untuk penggambaran defleksi yang terjadi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 23 Defleksi Penggalian Kedua (8,5 m) *Soldier Pile* Eksisting dan  $\delta$  *Strut* (0 dan -2,75 m)

Setelah penggalian kedua ini, direncanakan pemasangan *strut* pada elevasi -8,2 meter. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi -8,2 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalian ketiga.

c. Penggalian Ketiga (13,5 meter)

Pada penggalian ketiga ini, telah dilakukan pemasangan *strut* pada elevasi 0, -2,75 dan -8,2 meter.



Gambar 5. 24 Permodelan *Soldier Pile* Eksisting 25 m  
(Penggalian Ketiga)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile* eksisting, perlu dihitung dengan  $P_{\text{H-O}}$  yang terjadi pada penggalian sedalam 13,5 meter melalui tekanan lateral pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di  
Depan *Soldier Pile* Eksisting (Galian 13,5 m)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ ( $\text{t/m}^3$ )	$\sigma_v$ ( $\text{t/m}^2$ )	$\phi$ ( $^\circ$ )	$C_u$ ( $\text{t/cm}^2$ )	$K_o$	$\sigma_H$ ( $\text{t/m}^2$ )	$K_p$	$\sigma_{H-\text{max}}$ ( $\text{t/m}^2$ )
13.5	-	13.5	0	0.700	0.00	0	5.36	1	0.00	1	10.73
13.5	-	14	0.5	0.700	0.35	0	5.36	1	0.35	1	11.08
14	-	15	1	0.700	1.05	0	5.36	1	1.05	1	11.78
15	-	16	1	0.700	1.75	0	5.36	1	1.75	1	12.48
16	-	17	1	0.700	2.45	0	5.36	1	2.45	1	13.18
17	-	18	1	0.700	3.15	0	5.36	1	3.15	1	13.88
18	-	19	1	0.700	3.85	0	5.36	1	3.85	1	14.58
19	-	20	1	0.700	4.55	0	5.36	1	4.55	1	15.28
19	-	20	1	0.700	4.55	0	21.45	1	4.55	1	47.45
20	-	21	1	0.884	5.43	0	21.45	1	5.43	1	48.34
21	-	22	1	0.884	6.32	0	21.45	1	6.32	1	49.22
22	-	23	1	0.884	7.20	0	21.45	1	7.20	1	50.10
23	-	24	1	0.884	8.08	0	21.45	1	8.08	1	50.99
24	-	25	1	0.884	8.97	0	21.45	1	8.97	1	51.87
24	-	25	1	0.884	8.97	0	25.25	1	8.97	1	59.46

Untuk beban terpusat pada penggalian sedalam 13,5 meter adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 28 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan Dinding *Soldier Pile* Eksisting (Galian 13,5 m)

Kedalaman (m)	$P_H$ (t)	$P_{H-max}$ (t)
13.5	0.09	5.45
14.5	0.70	11.43
15.5	1.40	12.13
16.5	2.10	12.83
17.5	2.80	13.53
18.5	3.50	14.23
19.5	4.20	14.93
20.5	4.99	47.89
21.5	5.87	48.78
22.5	6.76	49.66
23.5	7.64	50.54
24.5	8.52	51.43

Sehingga perhitungan  $P_{actual}$  yang bekerja pada penggalian ketiga adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 29  $P_{actual}$  di Depan *Soldier Pile* Eksisting untuk Penggalian Ketiga akibat Penggalian Kedua *Soldier Pile* Eksisting 25 m

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 13.5m (t)	$P_{H-max}$ (t)	$P_{actual}$ dari Galian 8.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
13.5	0.09	5.45	14.13	5.45
14.5	0.70	11.43	14.83	11.43
15.5	1.40	12.13	15.52	12.13
16.5	2.10	12.83	16.22	12.83
17.5	2.80	13.53	16.92	13.53
18.5	3.50	14.23	17.62	14.23
19.5	4.20	14.93	18.32	14.93
20.5	4.99	47.89	0.00	0.00
21.5	5.87	48.78	0.00	0.00
22.5	6.76	49.66	1.11	1.11
23.5	7.64	50.54	12.78	12.78
24.5	8.52	51.43	16.07	16.07

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalian ketiga adalah:

Tabel 5. 30 Defleksi Iterasi 1 Galian 13,5 m + *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m)

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0044
1	0.0000	14.5	0.0047
2	0.0000	15.5	0.0047
2.75	0.0000	16.5	0.0046
3	0.0000	17.5	0.0044
4	-0.0001	18.5	0.0041
5	-0.0002	19.5	0.0038
6	-0.0003	20.5	0.0034
7	-0.0003	21.5	0.0029
8	-0.0001	22.5	0.0021
8.2	0.0000	23.5	0.0012
9	0.0006	24.5	0.0004
10	0.0017		
11	0.0027		
12	0.0036		
13	0.0042		
14	0.0046		
15	0.0047		
16	0.0047		
17	0.0045		
18	0.0043		
19	0.0040		
20	0.0036		
21	0.0032		
22	0.0025		
23	0.0017		
24	0.0008		
25	0.0000		

Gaya aktual yang terjadi di belakang *soldier pile* eksisting dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 31 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile* Eksisting + *Strut* (0, -2,75 dan -8,2 m)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	-0.1151	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	-0.1050	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	-0.0952	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0000	-0.0880	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	-0.0857	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	-0.0001	-0.0768	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0002	-0.0683	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0003	-0.0599	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0003	-0.0516	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	-0.0001	-0.0430	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0000	-0.0412	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0006	-0.0340	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0017	-0.0249	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0027	-0.0163	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0036	-0.0086	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0042	-0.0020	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0046	0.0032	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0047	0.0070	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0047	0.0093	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0045	0.0103	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0043	0.0102	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0040	0.0090	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0036	0.0072	1.71	NO
21	9566.33	92.55	0.00	0.0032	0.0049	61.99	YES
22	9566.33	51.07	0.00	0.0025	0.0028	27.00	YES
23	9566.33	26.55	0.00	0.0017	0.0014	10.44	YES
24	9566.33	18.10	0.00	0.0008	0.0005	10.21	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk gaya aktual di depan *soldier pile* eksisting adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 32 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0044	-0.0343	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0047	-0.0259	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0047	-0.0180	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0046	-0.0109	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0044	-0.0047	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0041	0.0005	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0038	0.0044	14.93	NO
20.5	9566.33	47.89	0.00	0.0034	0.0070	32.76	YES
21.5	9566.33	48.78	0.00	0.0029	0.0082	27.47	YES
22.5	9566.33	49.66	1.11	0.0021	0.0081	21.25	YES
23.5	9566.33	50.54	12.78	0.0012	0.0068	24.70	YES
24.5	9566.33	51.43	16.07	0.0004	0.0048	19.92	YES

Pada penggalian ketiga ini, iterasi terjadi sebanyak 3 kali. Hasil iterasi ketiga ditunjukkan pada Tabel 5.33 dan Tabel 5.34 (iterasi kedua terlampir pada lampiran Tabel 22 dan Tabel 23):

Tabel 5. 33 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0000	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0001	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0002	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0002	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	-0.0001	0.0000	5.03	NO



Tabel 5. 33 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile* Eksisting + *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m) (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0000	0.0000	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0005	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0011	0.0000	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0018	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0022	-0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0023	-0.0002	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0022	-0.0002	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0019	-0.0003	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0015	-0.0003	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0011	-0.0003	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0007	-0.0003	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0004	-0.0003	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0002	-0.0003	1.71	NO
21	9566.33	58.73	0.00	0.0001	-0.0002	57.79	YES
22	9566.33	25.26	0.00	0.0000	-0.0002	25.26	YES
23	9566.33	10.11	0.00	-0.0001	-0.0001	10.88	YES
24	9566.33	10.47	0.00	-0.0001	-0.0001	11.23	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* eksisting:

Tabel 5. 34 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m)

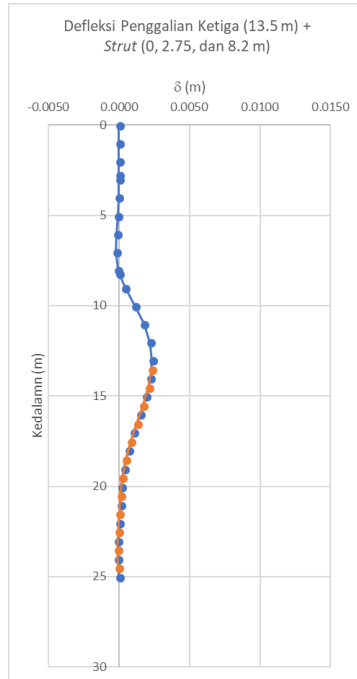
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0023	-0.0002	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0021	-0.0002	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0017	-0.0003	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0013	-0.0003	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0009	-0.0003	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0005	-0.0003	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0002	-0.0003	14.93	NO
20.5	9566.33	36.44	47.89	0.0001	-0.0003	37.57	YES
21.5	9566.33	29.91	48.78	0.0000	-0.0002	30.30	YES
22.5	9566.33	22.17	49.66	-0.0001	-0.0001	21.67	YES
23.5	9566.33	24.56	50.54	-0.0001	-0.0001	23.63	YES
24.5	9566.33	19.67	51.43	-0.0001	0.0000	19.18	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 35 Defleksi Iterasi 3 Galian 13,5 m + *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m)

Kedalaman (m)	$\delta_3$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_3$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0023
1	0.0000	14.5	0.0021
2	0.0000	15.5	0.0017
2.75	0.0000	16.5	0.0013
3	0.0000	17.5	0.0009
4	0.0000	18.5	0.0005
5	-0.0001	19.5	0.0002
6	-0.0002	20.5	0.0001
7	-0.0002	21.5	0.0000
8	-0.0001	22.5	-0.0001
8.2	0.0000	23.5	-0.0001
9	0.0005	24.5	-0.0001
10	0.0011		
11	0.0018		
12	0.0022		
13	0.0023		
14	0.0022		
15	0.0019		
16	0.0015		
17	0.0011		
18	0.0007		
19	0.0004		
20	0.0002		
21	0.0001		
22	0.0000		
23	-0.0001		
24	-0.0001		
25	0.0000		

Defleksi pada *soldier pile* eksisting dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 25 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan *Strut* (0, -2,75, dan -8,2 m)

Saat penggalian kedua telah terjadi defleksi pada elevasi -8,2 meter, sehingga saat pemasangan *strut* perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi *strut* 0, -2,75, dan -8,2 meter.

Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah:

Tabel 5. 36 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  Strut 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.1151	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1052	0.1052	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0953	0.0953	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	0.0880	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0856	0.0856	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0762	0.0763	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0671	0.0672	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0584	0.0586	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0502	0.0504	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0426	0.0427	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0412	0.0412	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0360	0.0355	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0301	0.0290	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0248	0.0230	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0198	0.0176	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0152	0.0128	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0109	0.0086	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0070	0.0051	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0037	0.0022	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0010	-0.0001	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	-0.0010	-0.0017	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	-0.0023	-0.0026	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0027	-0.0029	1.71	NO
21	9566.33	57.79	0.00	-0.0023	-0.0024	79.64	YES
22	9566.33	25.26	0.00	-0.0016	-0.0016	40.93	YES
23	9566.33	10.88	0.00	-0.0010	-0.0010	20.77	YES
24	9566.33	11.23	0.00	-0.0005	-0.0004	16.04	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* eksisting adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 37 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  Strut 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0130	0.0107	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0089	0.0068	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0053	0.0036	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0023	0.0010	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	-0.0001	-0.0010	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	-0.0017	-0.0022	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	-0.0026	-0.0028	14.93	NO
20.5	9566.33	37.57	47.89	-0.0026	-0.0028	12.35	YES
21.5	9566.33	30.30	48.78	-0.0020	-0.0021	10.93	YES
22.5	9566.33	21.67	49.66	-0.0014	-0.0013	8.60	YES
23.5	9566.33	23.63	50.54	-0.0008	-0.0007	16.09	YES
24.5	9566.33	19.18	51.43	-0.0003	-0.0002	16.67	YES

Pada penggalian ketiga dengan penambahan beban *ground displacement* pada *strut* 0, -2,75, dan -8,2 meter ini, terjadi 4 kali iterasi. Hasil iterasi keempat ditunjukkan pada Tabel 5.38 dan Tabel 5.39 (iterasi kedua dan ketiga pada lampiran Tabel 24 sampai Tabel 27).

Tabel 5. 38 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1087	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.1026	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0985	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0972	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0926	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0885	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0845	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0803	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0757	0.0000	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0747	0.0000	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0706	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0650	-0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0587	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0518	-0.0002	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0444	-0.0002	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0369	-0.0003	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0293	-0.0003	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0221	-0.0004	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0155	-0.0004	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0098	-0.0004	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0052	-0.0003	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0019	-0.0003	1.71	NO
21	9566.33	60.12	0.00	0.0003	-0.0002	57.45	YES
22	9566.33	37.89	0.00	-0.0003	0.0000	40.69	YES
23	9566.33	23.62	0.00	-0.0004	0.0000	27.06	YES
24	9566.33	18.88	0.00	-0.0002	0.0000	20.96	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* eksisting adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 39 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  Strut 0, -2,75, dan -8,2 m

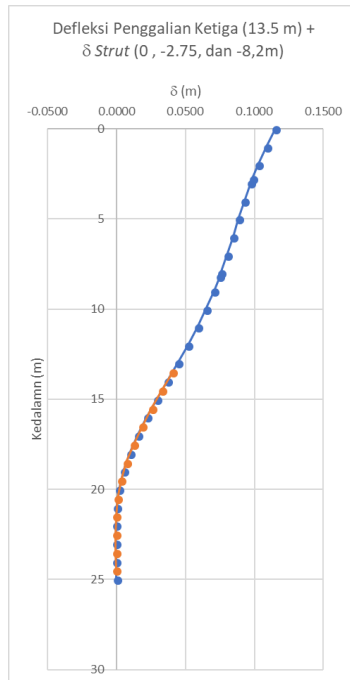
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0407	-0.0003	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0331	-0.0003	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0257	-0.0004	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0187	-0.0004	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0125	-0.0004	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0073	-0.0004	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0033	-0.0003	14.93	NO
20.5	9566.33	44.95	47.89	0.0008	-0.0002	52.93	NO
21.5	9566.33	19.35	48.78	-0.0002	-0.0001	17.85	YES
22.5	9566.33	6.96	49.66	-0.0004	0.0000	3.08	YES
23.5	9566.33	12.23	50.54	-0.0003	0.0001	9.07	YES
24.5	9566.33	14.83	51.43	-0.0001	0.0000	13.63	YES

Sehingga diperoleh nilai defleksi sebagai berikut:

Tabel 5. 40 Defleksi Iterasi 4 Galian 13,5 m +  $\delta$  Strut 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)
0	0.1151	13.5	0.0407
1	0.1087	14.5	0.0331
2	0.1026	15.5	0.0257
2.75	0.0985	16.5	0.0187
3	0.0972	17.5	0.0125
4	0.0926	18.5	0.0073
5	0.0885	19.5	0.0033
6	0.0845	20.5	0.0008
7	0.0803	21.5	-0.0002
8	0.0757	22.5	-0.0004
8.2	0.0747	23.5	-0.0003
9	0.0706	24.5	-0.0001
10	0.0650		
11	0.0587		
12	0.0518		
13	0.0444		
14	0.0369		
15	0.0293		
16	0.0221		
17	0.0155		
18	0.0098		
19	0.0052		
20	0.0019		
21	0.0003		
22	-0.0003		
23	-0.0004		
24	-0.0002		
25	0.0000		

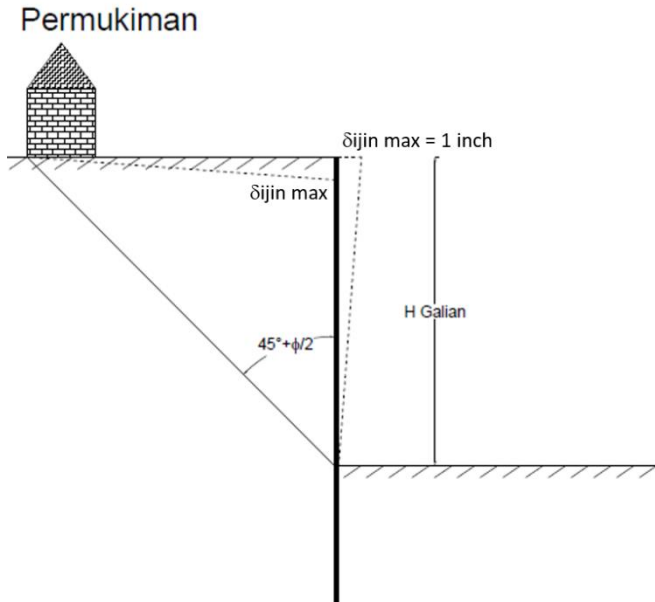
Untuk penggambaran defleksi yang terjadi pada *soldier pile* eksisting dapat dilihat grafik berikut:



Gambar 5. 26 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan  $\delta$  Strut (0, -2,75, dan -8,2 m)

Pada iterasi terakhir penggalian ketiga di atas, dapat diketahui bahwa nilai defleksi maksimum pada elevasi -0,00 m adalah sebesar 0,1151 m atau 11,51 cm. Dimana defleksi maksimum yang terjadi ( $\delta_{\max}$ ) lebih dari defleksi ijin ( $\delta_{\text{ijin}}$ ) sebesar 1 inch (2,54 cm).





Gambar 5. 27 Pengaruh Defleksi Ijin terhadap Penurunan Bangunan Sekitar

Jarak bangunan sekitar (permukiman) dengan proyek adalah kurang dari 5 meter atau masih masuk dalam dalam kondisi ( $\delta_{ijin\ max}$ ) sedalam galian 13,5 meter. Sehingga penyebab dari retaknya bangunan di sekitar proyek adalah pengaruh penurunan tanah akibat defleksi dinding penahan tanah yang terjadi.

## 2. Evaluasi *Soldier Pile* Eksisting Berdasarkan Hasil Defleksi

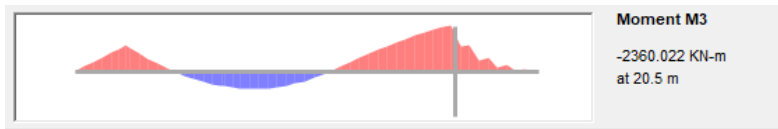
Jika berdasarkan hasil perhitungan defleksi, dengan tahap penggalian yang sama, maka perencanaan penggalian masih masuk dalam defleksi ijin. Namun perlu ditinjau lagi untuk material yang digunakan oleh *soldier pile* eksisting dengan menggunakan spColumn. Dimana *soldier pile* eksisting memiliki parameter:

Diamater beton = 1000 mm

Mutu beton ( $f'_c$ ) = 28 MPa  
 Tulangan longitudinal = 32 D-32  
 Tulangan transversal = SP 12-25

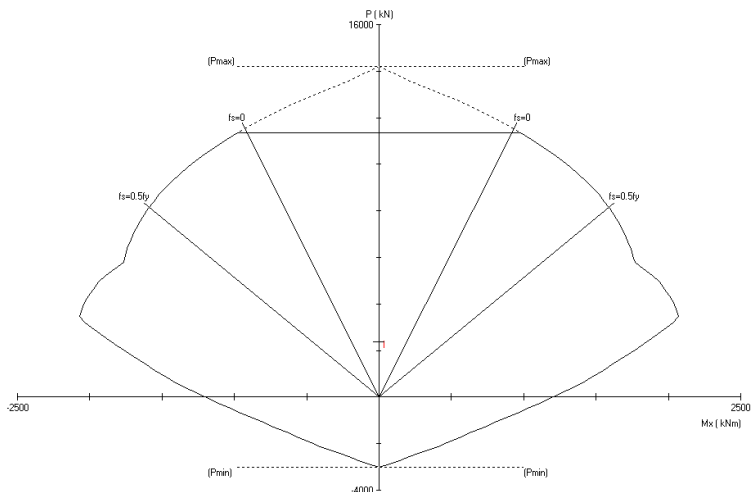
#### a. Evaluasi Tulangan Longitudinal

Pada SAP2000, momen yang terjadi adalah:



Gambar 5. 28 Momen Maksimum *Soldier Pile* Eksisting

Pada spColumn, diperoleh hasil diagram interaksi sebagai berikut:

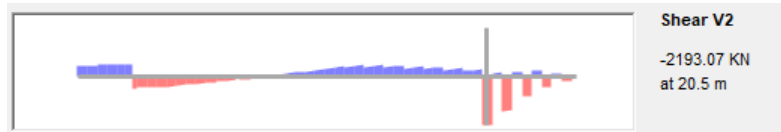


Gambar 5. 29 Diagram Interaksi *Soldier Pile* Eksisting

Dimensi tulangan longitudinal dan *soldier pile* eksisting dapat digunakan.

### b. Evaluasi Tulangan Transversal

Gaya geser maksimum diperoleh dari hasil iterasi galian 13,5 meter +  $\delta$  *Strut* -2,75 dan -8,2 meter. Pada SAP2000, diperoleh gaya geser maksimum yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. 30 Gaya Geser Maksimum *Soldier Pile* Eksisting

Perhitungan penulangan transversal menurut SNI 2013 pasal 11.1.1, desain penampang yang dikenai geser harus didasarkan pada persamaan 11-1, yaitu:

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d; \quad \text{untuk beton normal, } \lambda = 1 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{28} \times \frac{1}{4} \pi D_{\text{soldierpile}}^2 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{28} \times \frac{1}{4} \pi (1000)^2 \\ &= 706509,2 \text{ N} \end{aligned}$$

Tulangan transversal (sengkang) yang dipakai adalah spiral D12 dengan jarak 25 mm.

$$V_s = \frac{A_v \times f_{yt} \times D}{s}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \pi 12^2 \\ &= 226,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 1000 - 40 - 12 - 0,5 \times 32 \\ &= 932 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_y = 410 \text{ MPa}$$

$$V_s = \frac{226,2 \times 410 \times 932}{25}$$

$$= 3457340 \text{ N}$$

$$V_n = 706509,2 + 3457340$$

$$= 4163850 \text{ N}$$

$$= 4163,85 \text{ KN}$$

Cek terhadap  $\phi V_n \geq V_u$ ,

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 4163,85 \geq 2193,07$$

$$3122,89 \text{ KN} \geq 2193,07 \text{ KN (OK)}$$

Karena  $\phi V_n \geq V_u$ , maka tulangan transversal eksisting dapat digunakan untuk menahan gaya geser yang terjadi.

### 3. Evaluasi *Strut* Eksisting Berdasarkan Hasil Defleksi

Jika berdasarkan hasil perhitungan defleksi, dengan tahap penggalian yang sama, maka hasil perencanaan *soldier pile* eksisting tidak dapat digunakan karena defleksi yang melebihi defleksi ijin maksimum. Sehingga perlu ditinjau untuk reaksi yang terjadi pada setiap *joint* yang terpasang *strut*, apakah masuk dalam *strut* eksisting yang digunakan. Pada SAP2000, diperoleh reaksi pada setiap *joint* yang terstrut sebagai berikut:

- Elevasi 0 m                      = 47,1 t
- Elevasi -2,75 m                = 108,74 t
- Elevasi -8,2 m                 = 12 t

Pada perencanaan eksisting, *strut* yang digunakan adalah WF 600x300, digunakan kontrol *strut* WF 600x300x14x23 BJ37, dimana mempunyai parameter:

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 b_f &= 302 \text{ mm} \\
 t_f &= 23 \text{ mm} \\
 h &= 600 \text{ mm} \\
 t_w &= 14 \text{ mm} \\
 i_x &= 24,9 \text{ cm} \\
 i_y &= 6,9 \text{ cm} \\
 A_g &= 222,4 \text{ cm}^2 \\
 w &= 175 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

a. Kontrol Penampang

Pelat Sayap

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{b_f}{2t_f} \\
 &= \frac{302}{2 \times 23} \\
 &= 6,57
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_R &= \frac{250}{\sqrt{f_y}} \\
 &= \frac{250}{\sqrt{240}} \\
 &= 16,14
 \end{aligned}$$

$\lambda < \lambda_R$  (OK)  $\rightarrow$  Penampang tidak langsing

Pelat Badan

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{h}{t_w} \\
 &= \frac{600}{14} \\
 &= 42,86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_R &= \frac{665}{\sqrt{f_y}} \\
 &= \frac{665}{\sqrt{240}} \\
 &= 42,93
 \end{aligned}$$

$\lambda < \lambda_R$  (OK)  $\rightarrow$  Penampang tidak langsing

b. Kontrol Kekuatan *Strut*Panjang *Strut*

$$L = 66 \text{ m} = 6600 \text{ cm}$$

$$\text{Arah } x \rightarrow \lambda_x = \frac{L}{i_x} = \frac{6600}{24,9} = 256,06$$

$$\text{Arah } y \rightarrow \lambda_y = \frac{L}{i_y} = \frac{6600}{24,9} = 956,52$$

$$\lambda = \lambda_y = 956,52$$

Kontrol Tekan

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 1,1 \times R_y \times f_y \times \frac{A_g}{w} \\ &= 1,1 \times 1,5 \times 2400 \times \frac{222,4}{1,75} \\ &= 503259,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &= 0,9 \times P_{\max} \\ &= 0,9 \times 503259,4 \\ &= 452933,5 \text{ kg} \\ &= 452,93 \text{ t} \end{aligned}$$

Cek  $\phi P_n > P_u$ :

- Elevasi 0 m  $= 47,1 \text{ t} < 452,93$  (OK)
- Elevasi -2,75 m  $= 108,74 \text{ t} < 452,93$  (OK)
- Elevasi -8,2 m  $= 12 \text{ t} < 452,93$  (OK)

Karena  $\phi P_n > P_u$ , maka *strut* eksisting dapat digunakan.

### 5.3 Perencanaan Ulang *Soldier Pile* dengan Metode *Beam on Elastic Foundation*

Dinding penahan tanah *basement One East Residence Apartment* adalah *soldier pile*, dengan metode pekerjaan galian *bottom up*. Namun berdasarkan hasil evaluasi dengan data-data yang ada dan data asumsi, diketahui bahwa defleksi *soldier pile*

eksisting melebihi defleksi ijin (1 inch) yang berpengaruh terhadap penurunan rumah. Hal tersebut merupakan salah satu penyebab keretakan bangunan sekitar. Sehingga dilakukan perencanaan ulang untuk *soldier pile* dengan metode pekerjaan galian *bottom up* dengan rencana tahapan galian yang berbeda dan kedalaman galian lebih kecil.

### 1. Defleksi *Soldier Pile* Rencana

Panjang dinding penahan tanah yang didapatkan pada Subbab 5.2.1, digunakan untuk perencanaan ini. Penggalian tanah direncanakan dalam 4 tahap penggalian, yaitu pada elevasi -1,5 - 4,5 meter, -9,5 meter, dan -13,5 meter. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi, digunakan metode *Stress and Deformation* dengan *Beam on Elastic Foundation*. Nilai defleksi dapat diketahui secara bertahap pada setiap tahapan penggalian. Defleksi pada penggalian terakhir (iterasi terakhir) adalah defleksi akhir yang terjadi.

#### a. Penggalian Pertama (1,5 meter)

Penggalian pertama dilakukan dari elevasi 0 sampai -1,5 meter. Langkah permodelan adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan *preliminary design soldier pile*, direncanakan dengan:
  - a. diameter : 1 meter
  - b. panjang awal : 25 meter
2. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) dan aktif ( $\sigma_{H-min}$ ) per meter di belakang dinding penahan. Perhitungan terlampir dalam lampiran (Tabel 5).
3. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) dan pasif ( $\sigma_{H-max}$ ) per meter depan dinding penahan tanah.

Tabel 5. 41 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di Depan *Soldier Pile* (Galian 1,5 m)

Kedalaman (m)	Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$C_u$ (t/m <sup>2</sup> )	$K_o$	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )	$K_p$	$\sigma_{H-max}$ (t/m <sup>2</sup> )
---------------	-------	---------------------------------	-----------------------------------	------------	------------------------------	-------	---------------------------------------	-------	---

1.5		1.5	0	0.632	0.00	0	0.51	1	0.00	1	1.02
1.5		2	0.5	0.632	0.32	0	0.51	1	0.32	1	1.34
2		3	1	0.632	0.95	0	0.51	1	0.95	1	1.97
3	-	4	1	0.632	1.58	0	0.51	1	1.58	1	2.60
4	-	5	1	0.632	2.21	0	0.51	1	2.21	1	3.23
5	-	6	1	0.632	2.84	0	0.51	1	2.84	1	3.87
6	-	7	1	0.632	3.48	0	0.51	1	3.48	1	4.50
7		8	1	0.632	4.11	0	0.51	1	4.11	1	5.13
8		9	1	0.632	4.74	0	0.51	1	4.74	1	5.76
9		10	1	0.632	5.37	0	0.51	1	5.37	1	6.39
9		10	1	0.632	5.37	0	5.36	1	5.37	1	16.10
10	-	11	1	0.700	6.07	0	5.36	1	6.07	1	16.80
11	-	12	1	0.700	6.77	0	5.36	1	6.77	1	17.50
12	-	13	1	0.700	7.47	0	5.36	1	7.47	1	18.20
13	-	13.5	0.5	0.700	7.82	0	5.36	1	7.82	1	18.55
13.5	-	14	0.5	0.700	8.17	0	5.36	1	8.17	1	18.90
14	-	15	1	0.700	8.87	0	5.36	1	8.87	1	19.60
15	-	16	1	0.700	9.57	0	5.36	1	9.57	1	20.30
16	-	17	1	0.700	10.27	0	5.36	1	10.27	1	21.00
17	-	18	1	0.700	10.97	0	5.36	1	10.97	1	21.70
18	-	19	1	0.700	11.67	0	5.36	1	11.67	1	22.40
19	-	20	1	0.700	12.37	0	5.36	1	12.37	1	23.10
19	-	20	1	0.700	12.37	0	21.45	1	12.37	1	55.27
20		21	1	0.884	13.25	0	21.45	1	13.25	1	56.16
21		22	1	0.884	14.14	0	21.45	1	14.14	1	57.04
22	-	23	1	0.884	15.02	0	21.45	1	15.02	1	57.92
23	-	24	1	0.884	15.90	0	21.45	1	15.90	1	58.81
24	-	25	1	0.884	16.79	0	21.45	1	16.79	1	59.69
24		25	1	0.884	16.79	0	25.25	1	16.79	1	67.28

4. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) dan aktif per meter di belakang dinding yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest* dan aktif di belakang dinding pada lampiran Tabel 5, dan hasil perhitungan pada Tabel 5.4 pada Subbab 5.1.



5. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) dan pasif per meter di depan dinding yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest* dan pasif di depan dinding pada Tabel 5.41.

Tabel 5. 42 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan *Soldier Pile* (Galian 1,5 m)

Kedalaman (m)	$P_H$ (t)	$P_{H-max}$ (t)
1.5	0.08	0.59
2.5	0.63	1.65
3.5	1.26	2.29
4.5	1.90	2.92
5.5	2.53	3.55
6.5	3.16	4.18
7.5	3.79	4.81
8.5	4.42	5.45
9.5	5.06	6.08
10.5	5.72	16.45
11.5	6.42	17.15
12.5	7.12	17.85
13.5	7.82	18.55
14.5	8.52	19.25
15.5	9.22	19.95
16.5	9.92	20.65
17.5	10.62	21.35
18.5	11.32	22.05
19.5	12.02	22.75
20.5	12.81	55.71
21.5	13.69	56.60
22.5	14.58	57.48
23.5	15.46	58.36
24.5	16.34	59.25

6. Menghitung beban air tanah.

Tabel 5. 43 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 25 m (Galian 1,5 m)

Kedalaman (m)	$\sigma_w$ (t/m <sup>2</sup> )
1.05	0.00
1.5	0.45
25	0.00

7. Memodelkan dinding penahan tanah ke dalam SAP 2000, langkah dalam permodelan dan *assign* data sama seperti mencari panjang dinding penahan tanah Subbab 5.21 (langkah nomor 5 sampai 13).



Gambar 5. 31 Permodelan *Soldier Pile* 25 m (Penggalian Pertama)

8. Melihat hasil defleksi pada *Joint Output*, didapatkan hasil seperti di bawah ini:

Tabel 5. 44 Defleksi Iterasi 1 Galian 1,5 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0005	1.5	0.0005
1	0.0005	2.5	0.0005
2	0.0005	3.5	0.0005
3	0.0005	4.5	0.0005
4	0.0005	5.5	0.0005
5	0.0005	6.5	0.0005
6	0.0005	7.5	0.0004
7	0.0005	8.5	0.0004
8	0.0004	9.5	0.0003
9	0.0003	10.5	0.0002
10	0.0003	11.5	0.0002
11	0.0002	12.5	0.0001
12	0.0002	13.5	0.0001
13	0.0001	14.5	0.0001
14	0.0001	15.5	0.0001
15	0.0001	16.5	0.0001
16	0.0001	17.5	0.0001
17	0.0001	18.5	0.0001
18	0.0001	19.5	0.0001
19	0.0001	20.5	0.0001
20	0.0001	21.5	0.0001
21	0.0001	22.5	0.0001
22	0.0001	23.5	0.0000
23	0.0001	24.5	0.0000
24	0.0000		
25	0.0000		

Dari nilai defleksi di atas, maka dapat diketahui nilai  $P_{\text{actual}}$  yang bekerja pada *soldier pile*.

- $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$  ,  $P_{\text{aktif actual}} = P_o - \delta \times k_s$
- $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif actual}}$  ,  $P_{\text{pasif actual}} = P_o + \delta \times k_s$

Jika  $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$  atau  $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif actual}}$ , maka *spring* dapat dihilangkan atau dianggap bernilai 0. Hasil  $P_{\text{actual}}$  pada iterasi ini adalah:

Tabel 5. 45 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 1,5 m di Belakang *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	Pactual (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0005	0.00	NO
1	2125.85	1.63	0.61	0.0005	0.51	NO
2	2125.85	2.26	1.24	0.0005	1.12	NO
3	2125.85	2.90	1.87	0.0005	1.74	NO
4	2125.85	3.53	2.51	0.0005	2.37	NO
5	2125.85	4.16	3.14	0.0005	3.03	NO
6	2125.85	4.79	3.77	0.0005	3.72	NO
7	2125.85	5.42	4.40	0.0005	4.44	YES
8	2125.85	6.06	5.03	0.0004	5.19	YES
9	2125.85	6.69	5.67	0.0003	5.96	YES
10	2125.85	7.33	3.07	0.0003	6.75	YES
11	9566.33	8.02	0.00	0.0002	6.08	YES
12	9566.33	8.72	0.00	0.0002	7.25	YES
13	9566.33	9.42	0.00	0.0001	8.23	YES
14	9566.33	10.12	0.00	0.0001	9.08	YES
15	9566.33	10.82	0.22	0.0001	9.82	YES
16	9566.33	11.52	0.79	0.0001	10.51	YES
17	9566.33	12.22	1.49	0.0001	11.18	YES
18	9566.33	12.92	2.19	0.0001	11.85	YES
19	9566.33	13.62	2.89	0.0001	12.54	YES
20	9566.33	14.34	1.71	0.0001	13.29	YES
21	9566.33	15.20	0.00	0.0001	14.21	YES
22	9566.33	16.08	0.00	0.0001	15.24	YES
23	9566.33	16.97	0.00	0.0001	16.35	YES
24	9566.33	17.85	0.00	0.0000	17.54	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	18.62	YES

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan dinding ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 46 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 1,5 m di Depan *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-o}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	Pactual (t)	Spring Untuk Iterasi 2
1.5	2125.85	0.08	0.59	0.0005	1.22	NO
2.5	2125.85	0.63	1.65	0.0005	1.79	NO
3.5	2125.85	1.26	2.29	0.0005	2.42	NO
4.5	2125.85	1.90	2.92	0.0005	3.04	NO
5.5	2125.85	2.53	3.55	0.0005	3.63	NO
6.5	2125.85	3.16	4.18	0.0005	4.19	NO
7.5	2125.85	3.79	4.81	0.0004	4.72	YES
8.5	2125.85	4.42	5.45	0.0004	5.22	YES
9.5	2125.85	5.06	6.08	0.0003	5.70	YES
10.5	9566.33	5.72	16.45	0.0002	7.95	YES
11.5	9566.33	6.42	17.15	0.0002	8.09	YES
12.5	9566.33	7.12	17.85	0.0001	8.40	YES
13.5	9566.33	7.82	18.55	0.0001	8.89	YES
14.5	9566.33	8.52	19.25	0.0001	9.51	YES
15.5	9566.33	9.22	19.95	0.0001	10.19	YES
16.5	9566.33	9.92	20.65	0.0001	10.90	YES
17.5	9566.33	10.62	21.35	0.0001	11.63	YES
18.5	9566.33	11.32	22.05	0.0001	12.35	YES
19.5	9566.33	12.02	22.75	0.0001	13.04	YES
20.5	9566.33	12.81	55.71	0.0001	13.80	YES
21.5	9566.33	13.69	56.60	0.0001	14.57	YES
22.5	9566.33	14.58	57.48	0.0001	15.28	YES
23.5	9566.33	15.46	58.36	0.0000	15.88	YES
24.5	9566.33	16.34	59.25	0.0000	16.45	YES

9. Melakukan iterasi pada  $P_{\text{actual}}$  yang terjadi. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi tanpa adanya pergerakan *soldier pile* lagi, maka perlu dilakukan iterasi, sampai perbedaan defleksi pada iterasi sesudahnya mendekati 0 ( $\Delta\delta \approx 0$ ), pada perencanaan ini digunakan  $\Delta\delta < 0,0001$  m. Selain itu, perlu dicek sampai sudah tidak ada *spring* yang dihilangkan lagi. Jika  $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$ , maka yang

digunakan untuk iterasi selanjutnya adalah  $P_{aktif\ min}$ , begitu pula jika  $P_{pasif\ max} > P_{pasif\ max}$ , maka yang digunakan untuk iterasi selanjutnya adalah  $P_{pasif\ max}$ . Pada penggalian pertama ini dilakukan iterasi sebanyak 4 kali. Hasil iterasi keempat ditunjukkan pada Tabel 5.47 dan Tabel 5.48 (hasil iterasi kedua dan ketiga terlampir dalam lampiran Tabel 28 sampai Tabel 31).

Tabel 5. 47 Hasil  $P_{actual}$  Iterasi 4 Galian 1,5 m di Belakang *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{actual}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	-0.0005	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0054	-0.0005	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0047	-0.0004	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0041	-0.0004	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0034	-0.0004	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0027	-0.0003	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0021	-0.0003	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0015	-0.0002	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0010	-0.0002	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0006	-0.0002	5.67	NO
10	2125.85	5.75	3.07	0.0003	-0.0001	5.18	YES
11	9566.33	4.73	0.00	0.0001	-0.0001	4.17	YES
12	9566.33	7.50	0.00	0.0000	0.0000	7.78	YES
13	9566.33	9.03	0.00	0.0000	0.0000	9.45	YES
14	9566.33	9.83	0.00	0.0000	0.0000	10.10	YES
15	9566.33	10.34	0.22	0.0000	0.0000	10.41	YES
16	9566.33	10.79	0.79	0.0000	0.0000	10.72	YES
17	9566.33	11.28	1.49	0.0000	0.0000	11.17	YES
18	9566.33	11.85	2.19	0.0000	0.0000	11.74	YES
19	9566.33	12.47	2.89	0.0000	0.0000	12.39	YES
20	9566.33	13.17	1.71	0.0000	0.0000	13.12	YES
21	9566.33	14.06	0.00	0.0000	0.0000	14.02	YES
22	9566.33	15.07	0.00	0.0000	0.0000	15.04	YES
23	9566.33	16.20	0.00	0.0000	0.0000	16.17	YES
24	9566.33	17.47	0.00	0.0000	0.0000	17.47	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 48 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 1,5 m di Depan *Soldier Pile*

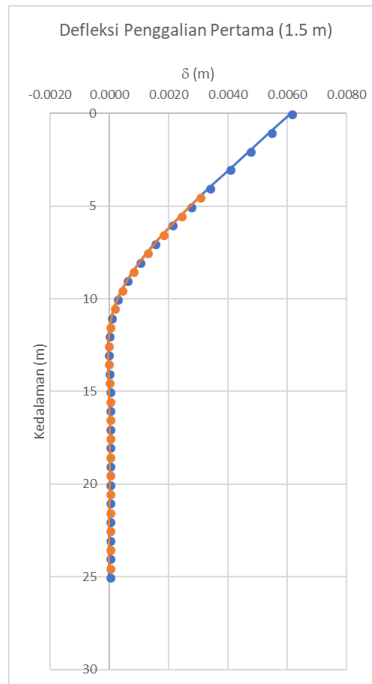
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 5
1.5	0.00	0.59	0.59	0.0051	-0.0004	0.59	NO
2.5	0.00	1.65	1.65	0.0044	-0.0004	1.65	NO
3.5	0.00	2.29	2.29	0.0037	-0.0004	2.29	NO
4.5	0.00	2.92	2.92	0.0030	-0.0003	2.92	NO
5.5	0.00	3.55	3.55	0.0024	-0.0003	3.55	NO
6.5	0.00	4.18	4.18	0.0018	-0.0003	4.18	NO
7.5	0.00	4.81	4.81	0.0013	-0.0002	4.81	NO
8.5	0.00	5.45	5.45	0.0008	-0.0002	5.45	NO
9.5	0.00	6.08	6.08	0.0004	-0.0001	6.08	NO
10.5	9566.33	10.62	16.45	0.0001	-0.0001	12.00	YES
11.5	9566.33	8.41	17.15	0.0000	-0.0001	8.42	YES
12.5	9566.33	7.72	17.85	0.0000	0.0000	7.29	YES
13.5	9566.33	8.01	18.55	0.0000	0.0000	7.63	YES
14.5	9566.33	8.80	19.25	0.0000	0.0000	8.61	YES
15.5	9566.33	9.73	19.95	0.0000	0.0000	9.71	YES
16.5	9566.33	10.66	20.65	0.0000	0.0000	10.73	YES
17.5	9566.33	11.53	21.35	0.0000	0.0000	11.61	YES
18.5	9566.33	12.32	22.05	0.0000	0.0000	12.38	YES
19.5	9566.33	13.06	22.75	0.0000	0.0000	13.08	YES
20.5	9566.33	13.85	55.71	0.0000	0.0000	13.85	YES
21.5	9566.33	14.65	56.60	0.0000	0.0000	14.65	YES
22.5	9566.33	15.35	57.48	0.0000	0.0000	15.34	YES
23.5	9566.33	15.89	58.36	0.0000	0.0000	15.86	YES
24.5	9566.33	16.36	59.25	0.0000	0.0000	16.31	YES

Berdasarkan iterasi terakhir, defleksi yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 49 Defleksi Iterasi 4 Galian 1,5 m

Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)
0	0.0061	1.5	0.0051
1	0.0054	2.5	0.0044
2	0.0047	3.5	0.0037
3	0.0041	4.5	0.0030
4	0.0034	5.5	0.0024
5	0.0027	6.5	0.0018
6	0.0021	7.5	0.0013
7	0.0015	8.5	0.0008
8	0.0010	9.5	0.0004
9	0.0006	10.5	0.0001
10	0.0003	11.5	0.0000
11	0.0001	12.5	0.0000
12	0.0000	13.5	0.0000
13	0.0000	14.5	0.0000
14	0.0000	15.5	0.0000
15	0.0000	16.5	0.0000
16	0.0000	17.5	0.0000
17	0.0000	18.5	0.0000
18	0.0000	19.5	0.0000
19	0.0000	20.5	0.0000
20	0.0000	21.5	0.0000
21	0.0000	22.5	0.0000
22	0.0000	23.5	0.0000
23	0.0000	24.5	0.0000
24	0.0000		
25	0.0000		

Bentuk defleksi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 32 Defleksi Penggalan Pertama (1,5 m) *Soldier Pile*

Setelah penggalan pertama ini, direncanakan pemasangan *strut* pada elevasi 0 meter. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi 0 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalan kedua.



## b. Penggalian Kedua (4,5 meter)

Pada penggalian kedua ini, telah dilakukan pemasangan *strut* pada elevasi 0 meter.



Gambar 5. 33 Permodelan *Soldier Pile* 25 m (Penggalian Kedua)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile* eksisting, perlu dihitung dengan  $P_{H-O}$  yang terjadi pada penggalian sedalam 4,5 meter melalui tekanan tanah lateral pada Tabel 5.51.

Tabel 5. 50 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di Depan *Soldier Pile* (Galian 4,5 m)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )	Kp	$\sigma_{H-max}$ (t/m <sup>2</sup> )
4.5	-	4.5	0	0.632	0.00	0	0.51	1	0.00	1	1.02
4.5	-	5	0.5	0.632	0.32	0	0.51	1	0.32	1	1.34
5	-	6	1	0.632	0.95	0	0.51	1	0.95	1	1.97
6	-	7	1	0.632	1.58	0	0.51	1	1.58	1	2.60
7	-	8	1	0.632	2.21	0	0.51	1	2.21	1	3.23
8	-	9	1	0.632	2.84	0	0.51	1	2.84	1	3.87
9	-	10	1	0.632	3.48	0	0.51	1	3.48	1	4.50
9	-	10	1	0.632	3.48	0	5.36	1	3.48	1	14.20
10	-	11	1	0.700	4.18	0	5.36	1	4.18	1	14.90
11	-	12	1	0.700	4.87	0	5.36	1	4.87	1	15.60
12	-	13	1	0.700	5.57	0	5.36	1	5.57	1	16.30
13	-	13.5	0.5	0.700	5.92	0	5.36	1	5.92	1	16.65
13.5	-	14	0.5	0.700	6.27	0	5.36	1	6.27	1	17.00
14	-	15	1	0.700	6.97	0	5.36	1	6.97	1	17.70
15	-	16	1	0.700	7.67	0	5.36	1	7.67	1	18.40
16	-	17	1	0.700	8.37	0	5.36	1	8.37	1	19.10
17	-	18	1	0.700	9.07	0	5.36	1	9.07	1	19.80
18	-	19	1	0.700	9.77	0	5.36	1	9.77	1	20.50
19	-	20	1	0.700	10.47	0	5.36	1	10.47	1	21.20
19	-	20	1	0.700	10.47	0	21.45	1	10.47	1	53.38
20	-	21	1	0.884	11.36	0	21.45	1	11.36	1	54.26
21	-	22	1	0.884	12.24	0	21.45	1	12.24	1	55.14
22	-	23	1	0.884	13.12	0	21.45	1	13.12	1	56.03
23	-	24	1	0.884	14.01	0	21.45	1	14.01	1	56.91
24	-	25	1	0.884	14.89	0	21.45	1	14.89	1	57.79
24	-	25	1	0.884	14.89	0	25.25	1	14.89	1	65.38

Untuk beban terpusat pada penggalian sedalam 4,5 meter adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 51 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan *Soldier Pile* (Galian 4,5 m)

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)
4.5	0.08	0.59
5.5	0.63	1.65
6.5	1.26	2.29
7.5	1.90	2.92
8.5	2.53	3.55
9.5	3.16	4.18
10.5	3.83	14.55
11.5	4.53	15.25
12.5	5.22	15.95
13.5	5.92	16.65
14.5	6.62	17.35
15.5	7.32	18.05
16.5	8.02	18.75
17.5	8.72	19.45
18.5	9.42	20.15
19.5	10.12	20.85
20.5	10.91	53.82
21.5	11.80	54.70
22.5	12.68	55.59
23.5	13.57	56.47
24.5	14.45	57.35

Sehingga perhitungan  $P_{actual}$  yang bekerja pada penggalian kedua adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 52  $P_{actual}$  di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalian Kedua akibat Penggalian Pertama *Soldier Pile* 25 m

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 4.5m (t)	$P_{H-max}$ (t)	$P_{actual}$ dari Galian 1.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
4.5	0.08	0.59	2.92	0.59
5.5	0.63	1.65	3.55	1.65
6.5	1.26	2.29	4.18	2.29
7.5	1.90	2.92	4.81	2.92
8.5	2.53	3.55	5.45	3.55
9.5	3.16	4.18	6.08	4.18
10.5	3.83	14.55	13.37	13.37
11.5	4.53	15.25	8.43	8.43
12.5	5.22	15.95	6.86	6.86
13.5	5.92	16.65	7.25	7.25
14.5	6.62	17.35	8.41	8.41
15.5	7.32	18.05	9.69	9.69
16.5	8.02	18.75	10.80	10.80
17.5	8.72	19.45	11.69	11.69
18.5	9.42	20.15	12.44	12.44
19.5	10.12	20.85	13.11	13.11
20.5	10.91	53.82	13.85	13.85
21.5	11.80	54.70	14.64	14.64
22.5	12.68	55.59	15.32	15.32
23.5	13.57	56.47	15.83	15.83
24.5	14.45	57.35	16.26	16.26

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalian kedua adalah:

Tabel 5. 53 Defleksi Iterasi 1 Galian 4,5 m + *Strut* 0 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	4.5	0.0037
1	0.0011	5.5	0.0038
2	0.0021	6.5	0.0036
3	0.0030	7.5	0.0031
4	0.0035	8.5	0.0025
5	0.0038	9.5	0.0017
6	0.0038	10.5	0.0010
7	0.0034	11.5	0.0005
8	0.0028	12.5	0.0002
9	0.0021	13.5	0.0001
10	0.0014	14.5	0.0000
11	0.0007	15.5	0.0000
12	0.0004	16.5	0.0000
13	0.0001	17.5	0.0000
14	0.0001	18.5	0.0000
15	0.0000	19.5	0.0000
16	0.0000	20.5	0.0000
17	0.0000	21.5	0.0000
18	0.0000	22.5	0.0000
19	0.0000	23.5	0.0000
20	0.0000	24.5	0.0000
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Gaya aktual yang terjadi di belakang *soldier pile* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 54 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	-0.0061	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	-0.0043	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0021	-0.0026	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0030	-0.0011	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0035	0.0001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0038	0.0011	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0038	0.0016	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0034	0.0019	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0028	0.0018	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0021	0.0015	5.67	NO
10	2125.85	5.18	3.07	0.0014	0.0011	2.29	NO
11	9566.33	4.17	0.00	0.0007	0.0007	0.00	NO
12	9566.33	7.78	0.00	0.0004	0.0004	4.42	YES
13	9566.33	9.45	0.00	0.0001	0.0002	8.06	YES
14	9566.33	10.10	0.00	0.0001	0.0001	9.57	YES
15	9566.33	10.41	0.22	0.0000	0.0000	10.16	YES
16	9566.33	10.72	0.79	0.0000	0.0000	10.50	YES
17	9566.33	11.17	1.49	0.0000	0.0000	10.92	YES
18	9566.33	11.74	2.19	0.0000	0.0000	11.45	YES
19	9566.33	12.39	2.89	0.0000	0.0000	12.09	YES
20	9566.33	13.12	1.71	0.0000	0.0000	12.81	YES
21	9566.33	14.02	0.00	0.0000	0.0000	13.73	YES
22	9566.33	15.04	0.00	0.0000	0.0000	14.79	YES
23	9566.33	16.17	0.00	0.0000	0.0000	15.98	YES
24	9566.33	17.47	0.00	0.0000	0.0000	17.37	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan dinding ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 55 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan *Soldier*  
*Pile + Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-\max}$ (t)	$P_{H-0}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0037	0.0007	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0038	0.0014	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0036	0.0018	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0031	0.0019	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0025	0.0017	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0017	0.0013	4.18	NO
10.5	9566.33	14.55	13.37	0.0010	0.0009	23.14	NO
11.5	9566.33	15.25	8.43	0.0005	0.0005	13.37	YES
12.5	9566.33	15.95	6.86	0.0002	0.0003	9.02	YES
13.5	9566.33	16.65	7.25	0.0001	0.0001	8.08	YES
14.5	9566.33	17.35	8.41	0.0000	0.0001	8.73	YES
15.5	9566.33	18.05	9.69	0.0000	0.0000	9.88	YES
16.5	9566.33	18.75	10.80	0.0000	0.0000	11.00	YES
17.5	9566.33	19.45	11.69	0.0000	0.0000	11.93	YES
18.5	9566.33	20.15	12.44	0.0000	0.0000	12.70	YES
19.5	9566.33	20.85	13.11	0.0000	0.0000	13.38	YES
20.5	9566.33	53.82	13.85	0.0000	0.0000	14.11	YES
21.5	9566.33	54.70	14.64	0.0000	0.0000	14.87	YES
22.5	9566.33	55.59	15.32	0.0000	0.0000	15.50	YES
23.5	9566.33	56.47	15.83	0.0000	0.0000	15.93	YES
24.5	9566.33	57.35	16.26	0.0000	0.0000	16.24	YES

Pada penggalian kedua ini, iterasi terjadi sebanyak 4 kali. Hasil iterasi keempat ditunjukkan pada Tabel 5.56 dan Tabel 5.57 (iterasi kedua dan ketiga terlampir pada lampiran Tabel 32 sampai Tabel 35):

Tabel 5. 56 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile + Strut* 0 meter

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0012	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0023	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0033	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0039	0.0001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0043	0.0001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0043	0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0040	0.0001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0034	0.0001	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0026	0.0001	5.67	NO

Tabel 5. 56 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
10	0.00	3.07	3.07	0.0017	0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0010	0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0001	0.00	NO
13	9566.33	6.11	0.00	0.0001	0.0000	4.98	YES
14	9566.33	9.91	0.00	0.0000	0.0000	9.93	YES
15	9566.33	11.02	0.22	0.0000	0.0000	11.25	YES
16	9566.33	11.18	0.79	0.0000	0.0000	11.30	YES
17	9566.33	11.26	1.49	0.0000	0.0000	11.25	YES
18	9566.33	11.54	2.19	0.0000	0.0000	11.46	YES
19	9566.33	12.03	2.89	0.0000	0.0000	11.96	YES
20	9566.33	12.70	1.71	0.0000	0.0000	12.65	YES
21	9566.33	13.60	0.00	0.0000	0.0000	13.57	YES
22	9566.33	14.66	0.00	0.0000	0.0000	14.64	YES
23	9566.33	15.88	0.00	0.0000	0.0000	15.87	YES
24	9566.33	17.33	0.00	0.0000	0.0000	17.33	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 57 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile + Strut* 0 m

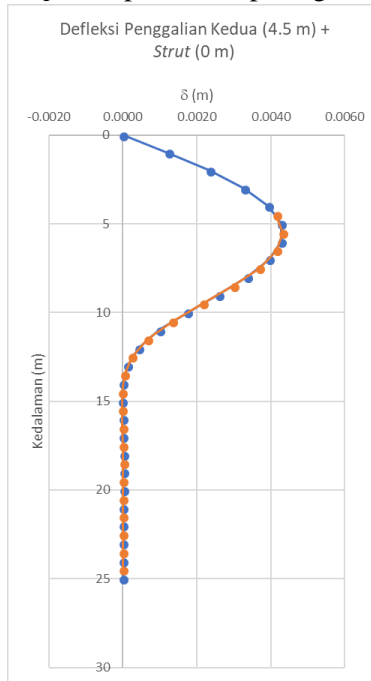
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0041	0.0001	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0043	0.0001	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0041	0.0001	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0037	0.0001	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0030	0.0001	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0022	0.0001	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0013	0.0001	14.55	NO
11.5	0.00	15.25	15.25	0.0007	0.0001	15.25	NO
12.5	9566.33	13.22	15.95	0.0002	0.0000	15.52	YES
13.5	9566.33	8.53	16.65	0.0000	0.0000	8.88	YES
14.5	9566.33	7.93	17.35	0.0000	0.0000	7.70	YES
15.5	9566.33	9.01	18.05	0.0000	0.0000	8.79	YES
16.5	9566.33	10.43	18.75	0.0000	0.0000	10.35	YES
17.5	9566.33	11.66	19.45	0.0000	0.0000	11.68	YES
18.5	9566.33	12.64	20.15	0.0000	0.0000	12.68	YES
19.5	9566.33	13.39	20.85	0.0000	0.0000	13.42	YES
20.5	9566.33	14.16	53.82	0.0000	0.0000	14.15	YES
21.5	9566.33	14.92	54.70	0.0000	0.0000	14.89	YES
22.5	9566.33	15.52	55.59	0.0000	0.0000	15.49	YES
23.5	9566.33	15.90	56.47	0.0000	0.0000	15.86	YES
24.5	9566.33	16.15	57.35	0.0000	0.0000	16.09	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 58 Defleksi Iterasi 4 Galian 4,5 m + *Strut* 0 m

Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)
0	0.0000	4.5	0.0041
1	0.0012	5.5	0.0043
2	0.0023	6.5	0.0041
3	0.0033	7.5	0.0037
4	0.0039	8.5	0.0030
5	0.0043	9.5	0.0022
6	0.0043	10.5	0.0013
7	0.0040	11.5	0.0007
8	0.0034	12.5	0.0002
9	0.0026	13.5	0.0000
10	0.0017	14.5	0.0000
11	0.0010	15.5	0.0000
12	0.0004	16.5	0.0000
13	0.0001	17.5	0.0000
14	0.0000	18.5	0.0000
15	0.0000	19.5	0.0000
16	0.0000	20.5	0.0000
17	0.0000	21.5	0.0000
18	0.0000	22.5	0.0000
19	0.0000	23.5	0.0000
20	0.0000	24.5	0.0000
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Defleksi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 34 Defleksi Penggalan Kedua (4,5 m)

Saat penggalan pertama telah terjadi defleksi pada elevasi 0 meter, sehingga saat pemasangan *strut* perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi *strut*. Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah:



Tabel 5. 59 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0061	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0066	0.0053	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0069	0.0046	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0071	0.0038	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0070	0.0031	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0067	0.0024	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0060	0.0018	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0051	0.0012	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0040	0.0007	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0029	0.0003	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0017	0.0000	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0007	-0.0003	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0001	-0.0004	0.00	NO
13	9566.33	4.98	0.00	-0.0002	-0.0003	7.07	YES
14	9566.33	9.93	0.00	-0.0002	-0.0002	12.26	YES
15	9566.33	11.25	0.22	-0.0002	-0.0001	12.83	YES
16	9566.33	11.30	0.79	-0.0001	-0.0001	12.05	YES
17	9566.33	11.25	1.49	0.0000	0.0000	11.41	YES
18	9566.33	11.46	2.19	0.0000	0.0000	11.33	YES
19	9566.33	11.96	2.89	0.0000	0.0000	11.75	YES
20	9566.33	12.65	1.71	0.0000	0.0000	12.46	YES
21	9566.33	13.57	0.00	0.0000	0.0000	13.43	YES
22	9566.33	14.64	0.00	0.0000	0.0000	14.54	YES
23	9566.33	15.87	0.00	0.0000	0.0000	15.80	YES
24	9566.33	17.33	0.00	0.0000	0.0000	17.31	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 60 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0069	0.0027	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0064	0.0021	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0056	0.0015	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0046	0.0009	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0035	0.0005	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0023	0.0001	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0012	-0.0002	14.55	NO
11.5	0.00	15.25	15.25	0.0003	-0.0003	15.25	NO
12.5	9566.33	15.52	15.95	-0.0001	-0.0004	14.23	YES
13.5	9566.33	8.88	16.65	-0.0003	-0.0003	6.37	YES

Tabel 5. 60 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  *Strut* 0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
14.5	9566.33	7.70	17.35	-0.0002	-0.0002	5.59	YES
15.5	9566.33	8.79	18.05	-0.0001	-0.0001	7.54	YES
16.5	9566.33	10.35	18.75	-0.0001	0.0000	9.84	YES
17.5	9566.33	11.68	19.45	0.0000	0.0000	11.61	YES
18.5	9566.33	12.68	20.15	0.0000	0.0000	12.78	YES
19.5	9566.33	13.42	20.85	0.0000	0.0000	13.55	YES
20.5	9566.33	14.15	53.82	0.0000	0.0000	14.25	YES
21.5	9566.33	14.89	54.70	0.0000	0.0000	14.94	YES
22.5	9566.33	15.49	55.59	0.0000	0.0000	15.51	YES
23.5	9566.33	15.86	56.47	0.0000	0.0000	15.85	YES
24.5	9566.33	16.09	57.35	0.0000	0.0000	16.04	YES

Pada penggalian kedua dengan penambahan beban *ground displacement* pada *strut* 0 meter ini, terjadi 2 kali iterasi. Hasil iterasi kedua ditunjukkan pada Tabel 5.61 dan Tabel 5.62.

Tabel 5. 61 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier Pile* +  $\delta$  *Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0066	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0070	0.0001	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0072	0.0001	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0068	0.0002	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0062	0.0002	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0053	0.0002	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0043	0.0002	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0031	0.0002	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0019	0.0002	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0002	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0002	0.00	NO
13	9566.33	7.07	0.00	0.0000	0.0002	7.20	YES
14	9566.33	12.26	0.00	-0.0001	0.0002	12.85	YES
15	9566.33	12.83	0.22	0.0000	0.0001	13.04	YES
16	9566.33	12.05	0.79	0.0000	0.0001	11.85	YES
17	9566.33	11.41	1.49	0.0000	0.0001	11.05	YES
18	9566.33	11.33	2.19	0.0000	0.0000	11.00	YES
19	9566.33	11.75	2.89	0.0000	0.0000	11.55	YES
20	9566.33	12.46	1.71	0.0000	0.0000	12.39	YES
21	9566.33	13.43	0.00	0.0000	0.0000	13.44	YES
22	9566.33	14.54	0.00	0.0000	0.0000	14.58	YES
23	9566.33	15.80	0.00	0.0000	0.0000	15.84	YES
24	9566.33	17.31	0.00	0.0000	0.0000	17.33	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel berikut untuk hasil iterasi kedua di depan *soldier pile*:

Tabel 5. 62 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 3
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0070	0.0001	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0065	0.0002	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0058	0.0002	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0048	0.0002	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0037	0.0002	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0025	0.0002	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0014	0.0002	14.55	NO
11.5	0.00	15.25	15.25	0.0006	0.0002	15.25	NO
12.5	9566.33	14.23	15.95	0.0001	0.0002	14.97	YES
13.5	9566.33	6.37	16.65	-0.0001	0.0002	5.72	YES
14.5	9566.33	5.59	17.35	-0.0001	0.0002	5.06	YES
15.5	9566.33	7.54	18.05	0.0000	0.0001	7.46	YES
16.5	9566.33	9.84	18.75	0.0000	0.0001	10.06	YES
17.5	9566.33	11.61	19.45	0.0000	0.0000	11.89	YES
18.5	9566.33	12.78	20.15	0.0000	0.0000	12.97	YES
19.5	9566.33	13.55	20.85	0.0000	0.0000	13.60	YES
20.5	9566.33	14.25	53.82	0.0000	0.0000	14.19	YES
21.5	9566.33	14.94	54.70	0.0000	0.0000	14.85	YES
22.5	9566.33	15.51	55.59	0.0000	0.0000	15.40	YES
23.5	9566.33	15.85	56.47	0.0000	0.0000	15.76	YES
24.5	9566.33	16.04	57.35	0.0000	0.0000	15.97	YES

Sehingga diperoleh nilai defleksi sebagai berikut:

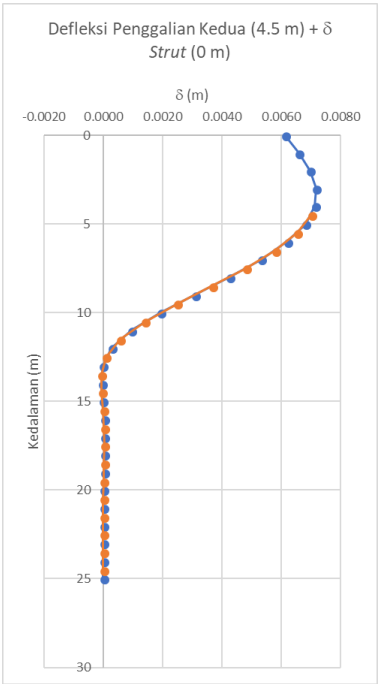
Tabel 5. 63 Defleksi Iterasi 2 Galian 4,5 m +  $\delta$  Strut 0 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0061	4.5	0.0070
1	0.0066	5.5	0.0065
2	0.0070	6.5	0.0058
3	0.0072	7.5	0.0048
4	0.0071	8.5	0.0037
5	0.0068	9.5	0.0025
6	0.0062	10.5	0.0014
7	0.0053	11.5	0.0006
8	0.0043	12.5	0.0001
9	0.0031	13.5	-0.0001
10	0.0019	14.5	-0.0001
11	0.0009	15.5	0.0000
12	0.0003	16.5	0.0000
13	0.0000	17.5	0.0000
14	-0.0001	18.5	0.0000
15	0.0000	19.5	0.0000
16	0.0000	20.5	0.0000
17	0.0000	21.5	0.0000
18	0.0000	22.5	0.0000
19	0.0000	23.5	0.0000
20	0.0000	24.5	0.0000
21	0.0000		

Tabel 5. 63 Defleksi Iterasi 2 Galian 4,5 m +  $\delta$  Strut 0 m  
(lanjutan)

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
22	0.0000
23	0.0000
24	0.0000
25	0.0000

Untuk penggambaran defleksi yang terjadi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 35 Defleksi Penggalian Kedua (4,5 m) +  $\delta$  Strut (0 m)

Setelah penggalian kedua ini, direncanakan pemasangan *strut* pada elevasi -4,0 meter. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi -4,0 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalian ketiga.

c. Penggalian Ketiga (9,5 meter)

Pada penggalian ketiga ini, telah dilakukan pemasangan *strut* pada elevasi 0 dan -4,0 meter.



Gambar 5. 36 Permodelan *Soldier Pile* 25 m (Penggalian Ketiga)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile*, perlu dihitung dengan  $P_{H-O}$  yang terjadi pada penggalian sedalam 9,5 meter.

Tabel 5. 64 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di Depan *Soldier Pile* (Galian 9,5 m)

Kedalaman (m)	Z (m)	$\gamma$ ( $t/m^3$ )	$\sigma_v'$ ( $t/m^2$ )	$\phi$ ( $^\circ$ )	$C_u$ ( $t/cm^2$ )	$K_o$	$\sigma_{H-O}$ ( $t/m^2$ )	$K_p$	$\sigma_{H-max}$ ( $t/m^2$ )
9.5	- 9.5	0	0.632	0	0.51	1	0.00	1	1.02
9.5	- 10	0.5	0.632	0	0.51	1	0.32	1	1.34
9	- 10	1	0.632	0	5.36	1	0.32	1	11.04
10	- 11	1	0.700	0	5.36	1	1.02	1	11.74
11	- 12	1	0.700	0	5.36	1	1.72	1	12.44
12	- 13	1	0.700	0	5.36	1	2.42	1	13.14
13	- 13.5	0.5	0.700	0	5.36	1	2.76	1	13.49
13.5	- 14	0.5	0.700	0	5.36	1	3.11	1	13.84
14	- 15	1	0.700	0	5.36	1	3.81	1	14.54
15	- 16	1	0.700	0	5.36	1	4.51	1	15.24
16	- 17	1	0.700	0	5.36	1	5.21	1	15.94
17	- 18	1	0.700	0	5.36	1	5.91	1	16.64
18	- 19	1	0.700	0	5.36	1	6.61	1	17.34
19	- 20	1	0.700	0	5.36	1	7.31	1	18.04
19	- 20	1	0.700	0	21.45	1	7.31	1	50.22
20	- 21	1	0.884	0	21.45	1	8.20	1	51.10
21	- 22	1	0.884	0	21.45	1	9.08	1	51.98
22	- 23	1	0.884	0	21.45	1	9.96	1	52.87
23	- 24	1	0.884	0	21.45	1	10.85	1	53.75
24	- 25	1	0.884	0	21.45	1	11.73	1	54.63
24	- 25	1	0.884	0	25.25	1	11.73	1	62.23

Untuk beban terpusat pada penggalian sedalam 9,5 meter adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 65 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan *Soldier Pile* (Galian 9,5 m)

Kedalaman (m)	$P_H$ (t)	$P_{H-max}$ (t)
9.5	0.08	0.59
10.5	0.67	11.39
11.5	1.37	12.09
12.5	2.07	12.79
13.5	2.76	13.49
14.5	3.46	14.19
15.5	4.16	14.89
16.5	4.86	15.59
17.5	5.56	16.29
18.5	6.26	16.99
19.5	6.96	17.69
20.5	7.75	50.66
21.5	8.64	51.54
22.5	9.52	52.43
23.5	10.41	53.31
24.5	11.29	54.19

Sehingga perhitungan  $P_{actual}$  yang bekerja pada penggalian ketiga adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 66  $P_{actual}$  di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalian Ketiga akibat Penggalian Kedua *Soldier Pile* 25 m

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 9.5m (t)	$P_{H-max}$ (t)	$P_{actual}$ dari Galian 4.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
9.5	0.08	0.59	4.18	0.59
10.5	0.67	11.39	14.55	11.39
11.5	1.37	12.09	15.25	12.09
12.5	2.07	12.79	15.72	15.72
13.5	2.76	13.49	5.07	5.07
14.5	3.46	14.19	4.52	4.52
15.5	4.16	14.89	7.38	7.38
16.5	4.86	15.59	10.28	10.28
17.5	5.56	16.29	12.17	12.17
18.5	6.26	16.99	13.15	13.15
19.5	6.96	17.69	13.65	13.65
20.5	7.75	50.66	14.14	14.14
21.5	8.64	51.54	14.75	14.75
22.5	9.52	52.43	15.30	15.30
23.5	10.41	53.31	15.67	15.67
24.5	11.29	54.19	15.90	15.90

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalan ketiga adalah:

Tabel 5. 67 Defleksi Iterasi 1 Galian 9,5 m + *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	9.5	0.0022
1	-0.0002	10.5	0.0018
2	-0.0003	11.5	0.0014
3	-0.0003	12.5	0.0010
4	0.0000	13.5	0.0007
5	0.0006	14.5	0.0005
6	0.0013	15.5	0.0004
7	0.0019	16.5	0.0003
8	0.0022	17.5	0.0002
9	0.0023	18.5	0.0001
10	0.0020	19.5	0.0001
11	0.0016	20.5	0.0001
12	0.0012	21.5	0.0000
13	0.0008	22.5	0.0000
14	0.0006	23.5	0.0000
15	0.0005	24.5	0.0000
16	0.0003		
17	0.0002		
18	0.0002		
19	0.0001		
20	0.0001		
21	0.0001		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Gaya aktual yang terjadi di belakang *soldier pile* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 68 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier Pile* + *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	-0.0061	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	-0.0068	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0003	-0.0073	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0003	-0.0074	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	-0.0071	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0006	-0.0062	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0013	-0.0049	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0019	-0.0035	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0022	-0.0020	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0023	-0.0008	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0020	0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0016	0.0007	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.0009	0.00	NO
13	9566.33	7.20	0.00	0.0008	0.0008	0.00	NO
14	9566.33	12.85	0.00	0.0006	0.0007	7.00	YES
15	9566.33	13.04	0.22	0.0005	0.0005	8.67	YES
16	9566.33	11.85	0.79	0.0003	0.0003	8.69	YES
17	9566.33	11.05	1.49	0.0002	0.0002	8.88	YES
18	9566.33	11.00	2.19	0.0002	0.0001	9.57	YES
19	9566.33	11.55	2.89	0.0001	0.0001	10.61	YES
20	9566.33	12.39	1.71	0.0001	0.0001	11.74	YES
21	9566.33	13.44	0.00	0.0001	0.0001	12.95	YES
22	9566.33	14.58	0.00	0.0000	0.0000	14.18	YES
23	9566.33	15.84	0.00	0.0000	0.0000	15.54	YES
24	9566.33	17.33	0.00	0.0000	0.0000	17.18	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Untuk gaya aktual di depan *soldier pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 69 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile + Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$P_{H-0}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0022	-0.0001	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0018	0.0007	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0014	0.0011	12.09	NO
12.5	9566.33	12.79	15.72	0.0010	0.0011	25.18	NO
13.5	9566.33	13.49	5.07	0.0007	0.0010	11.86	YES
14.5	9566.33	14.19	4.52	0.0005	0.0007	9.55	YES
15.5	9566.33	14.89	7.38	0.0004	0.0005	11.09	YES
16.5	9566.33	15.59	10.28	0.0003	0.0003	12.89	YES
17.5	9566.33	16.29	12.17	0.0002	0.0002	13.91	YES
18.5	9566.33	16.99	13.15	0.0001	0.0001	14.27	YES
19.5	9566.33	17.69	13.65	0.0001	0.0001	14.39	YES
20.5	9566.33	50.66	14.14	0.0001	0.0000	14.67	YES
21.5	9566.33	51.54	14.75	0.0000	0.0000	15.15	YES
22.5	9566.33	52.43	15.30	0.0000	0.0000	15.61	YES
23.5	9566.33	53.31	15.67	0.0000	0.0000	15.85	YES
24.5	9566.33	54.19	15.90	0.0000	0.0000	15.92	YES

Pada penggalian ketiga ini, iterasi terjadi sebanyak 5 kali. Hasil iterasi kelima ditunjukkan pada Tabel 5.70 dan Tabel 5.71 (hasil iterasi kedua sampai keempat terlampir pada lampiran Tabel 36 sampai Tabel 41):

Tabel 5. 70 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{min}}$ (t)	$\delta_5$ (m)	$\Delta\delta_{54}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0003	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0003	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0006	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0013	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0019	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0023	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0023	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0021	0.0000	3.07	NO

Tabel 5. 70 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0 dan -4,0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s4}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
11	0.00	0.00	0.00	0.0016	0.0000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0011	0.0000	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0007	0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0003	0.0000	0.00	NO
15	9566.33	5.51	0.22	0.0001	0.0000	4.61	YES
16	9566.33	8.69	0.79	0.0000	0.0000	8.64	YES
17	9566.33	10.07	1.49	0.0000	0.0000	10.21	YES
18	9566.33	10.81	2.19	0.0000	0.0000	10.89	YES
19	9566.33	11.41	2.89	0.0000	0.0000	11.38	YES
20	9566.33	12.03	1.71	0.0000	0.0000	11.94	YES
21	9566.33	12.82	0.00	0.0000	0.0000	12.72	YES
22	9566.33	13.83	0.00	0.0000	0.0000	13.74	YES
23	9566.33	15.17	0.00	0.0000	0.0000	15.11	YES
24	9566.33	16.96	0.00	0.0000	0.0000	16.94	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile*:

Tabel 5. 71 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile + Strut* 0 dan -4,0 m

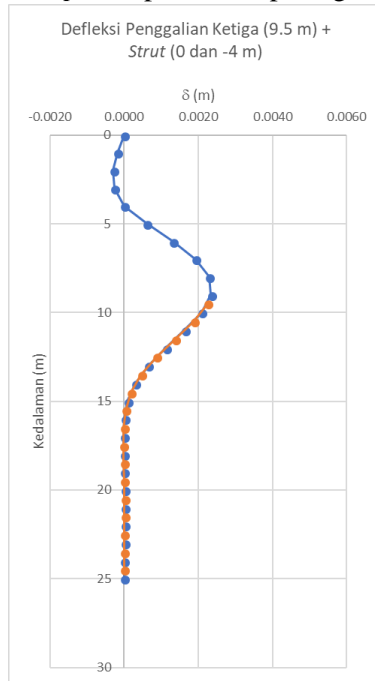
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s4}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0022	0.0000	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0019	0.0000	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0014	0.0000	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0009	0.0001	12.79	NO
13.5	0.00	13.49	13.49	0.0005	0.0001	13.49	NO
14.5	0.00	14.19	14.19	0.0002	0.0000	14.19	NO
15.5	9566.33	12.27	14.89	0.0000	0.0000	12.60	YES
16.5	9566.33	12.02	15.59	0.0000	0.0000	11.88	YES
17.5	9566.33	12.50	16.29	0.0000	0.0000	12.34	YES
18.5	9566.33	13.10	16.99	0.0000	0.0000	13.04	YES
19.5	9566.33	13.73	17.69	0.0000	0.0000	13.76	YES
20.5	9566.33	14.49	50.66	0.0000	0.0000	14.55	YES
21.5	9566.33	15.29	51.54	0.0000	0.0000	15.34	YES
22.5	9566.33	15.85	52.43	0.0000	0.0000	15.88	YES
23.5	9566.33	16.02	53.31	0.0000	0.0000	16.01	YES
24.5	9566.33	15.87	54.19	0.0000	0.0000	15.82	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 72 Defleksi Iterasi 5 Galian 9,5 m + *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_s$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_s$ (m)
0	0.0000	9.5	0.0022
1	-0.0002	10.5	0.0019
2	-0.0003	11.5	0.0014
3	-0.0003	12.5	0.0009
4	0.0000	13.5	0.0005
5	0.0006	14.5	0.0002
6	0.0013	15.5	0.0000
7	0.0019	16.5	0.0000
8	0.0023	17.5	0.0000
9	0.0023	18.5	0.0000
10	0.0021	19.5	0.0000
11	0.0016	20.5	0.0000
12	0.0011	21.5	0.0000
13	0.0007	22.5	0.0000
14	0.0003	23.5	0.0000
15	0.0001	24.5	0.0000
16	0.0000		
17	0.0000		
18	0.0000		
19	0.0000		
20	0.0000		
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Defleksi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 37 Defleksi Penggalan Ketiga (9,5 m) dan *Strut* (0 dan -4,0 m)

Saat penggalian kedua telah terjadi defleksi pada elevasi -4,0 meter, sehingga saat pemasangan *strut* perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi *strut* 0 dan -4,0 meter. Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah:

Tabel 5. 73 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 9,5 meter di Belakang  
*Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0 dan -4,0 meter

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0061	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0063	0.0065	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0065	0.0068	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0068	0.0071	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0071	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0076	0.0070	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0080	0.0067	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0082	0.0062	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0080	0.0057	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0074	0.0050	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0064	0.0043	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0052	0.0036	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0039	0.0028	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0028	0.0021	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0017	0.0014	0.00	NO
15	9566.33	4.61	0.22	0.0010	0.0009	0.00	NO
16	9566.33	8.64	0.79	0.0004	0.0004	4.64	YES
17	9566.33	10.21	1.49	0.0001	0.0001	9.14	YES
18	9566.33	10.89	2.19	0.0000	0.0000	11.20	YES
19	9566.33	11.38	2.89	-0.0001	-0.0001	12.16	YES
20	9566.33	11.94	1.71	-0.0001	-0.0001	12.71	YES
21	9566.33	12.72	0.00	-0.0001	-0.0001	13.33	YES
22	9566.33	13.74	0.00	0.0000	-0.0001	14.15	YES
23	9566.33	15.11	0.00	0.0000	0.0000	15.35	YES
24	9566.33	16.94	0.00	0.0000	0.0000	17.05	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 74 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0069	0.0047	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0058	0.0039	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0046	0.0032	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0033	0.0025	12.79	NO
13.5	0.00	13.49	13.49	0.0022	0.0018	13.49	NO
14.5	0.00	14.19	14.19	0.0013	0.0011	14.19	NO
15.5	9566.33	12.60	14.89	0.0006	0.0006	18.77	NO
16.5	9566.33	11.88	15.59	0.0002	0.0002	14.08	YES

Tabel 5. 74 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  *Strut* 0 dan -4,0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
17.5	9566.33	12.34	16.29	0.0000	0.0000	12.48	YES
18.5	9566.33	13.04	16.99	-0.0001	-0.0001	12.34	YES
19.5	9566.33	13.76	17.69	-0.0001	-0.0001	12.87	YES
20.5	9566.33	14.55	50.66	-0.0001	-0.0001	13.77	YES
21.5	9566.33	15.34	51.54	-0.0001	-0.0001	14.76	YES
22.5	9566.33	15.88	52.43	0.0000	0.0000	15.50	YES
23.5	9566.33	16.01	53.31	0.0000	0.0000	15.78	YES
24.5	9566.33	15.82	54.19	0.0000	0.0000	15.71	YES

Pada penggalian ketiga dengan penambahan beban *ground displacement* pada *strut* 0 dan -4,0 meter ini, terjadi 3 kali iterasi. Hasil iterasi ketiga pada Tabel 5.75 dan Tabel 5.76 (hasil iterasi kedua terlampir dalam lampiran Tabel 42 dan Tabel 43):

Tabel 5. 75 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier Pile* +  $\delta$  *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0063	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0066	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0068	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0076	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0079	-0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0080	-0.0001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0077	-0.0002	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	-0.0002	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0060	-0.0003	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0048	-0.0003	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0035	-0.0003	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0023	-0.0003	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0013	-0.0003	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0006	-0.0003	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0002	-0.0002	0.79	NO
17	9566.33	7.80	1.49	0.0000	-0.0001	7.43	YES
18	9566.33	11.08	2.19	0.0000	0.0000	11.28	YES
19	9566.33	12.37	2.89	0.0000	0.0000	12.53	YES
20	9566.33	12.87	1.71	0.0000	0.0000	12.83	YES
21	9566.33	13.36	0.00	0.0000	0.0000	13.17	YES
22	9566.33	14.09	0.00	0.0000	0.0000	13.84	YES
23	9566.33	15.25	0.00	0.0000	0.0000	15.04	YES
24	9566.33	16.98	0.00	0.0000	0.0000	16.87	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel berikut untuk hasil iterasi ketiga di depan *soldier pile*:

Tabel 5. 76 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0 dan -4,0 m

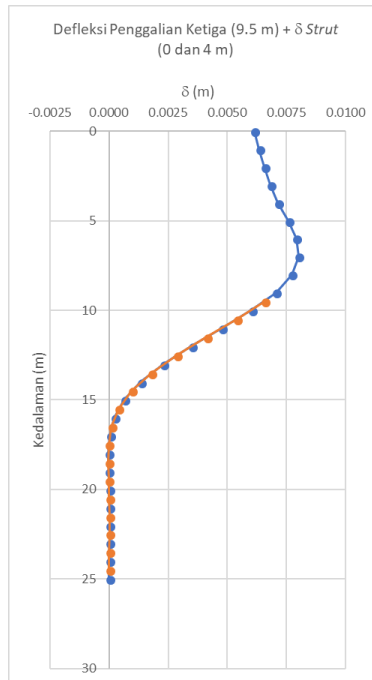
Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0066	-0.0003	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0054	-0.0003	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0041	-0.0003	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0029	-0.0003	12.79	NO
13.5	0.00	13.49	13.49	0.0018	-0.0003	13.49	NO
14.5	0.00	14.19	14.19	0.0010	-0.0003	14.19	NO
15.5	0.00	14.89	14.89	0.0004	-0.0003	14.89	NO
16.5	0.00	15.59	15.59	0.0001	-0.0001	15.59	NO
17.5	9566.33	12.98	16.29	0.0000	-0.0001	12.86	YES
18.5	9566.33	12.15	16.99	0.0000	0.0000	11.84	YES
19.5	9566.33	12.59	17.69	0.0000	0.0000	12.45	YES
20.5	9566.33	13.60	50.66	0.0000	0.0000	13.66	YES
21.5	9566.33	14.71	51.54	0.0000	0.0000	14.88	YES
22.5	9566.33	15.53	52.43	0.0000	0.0000	15.70	YES
23.5	9566.33	15.81	53.31	0.0000	0.0000	15.92	YES
24.5	9566.33	15.68	54.19	0.0000	0.0000	15.68	YES

Sehingga diperoleh nilai defleksi sebagai berikut:

Tabel 5. 77 Defleksi Iterasi 3 Galian 9,5 m +  $\delta$  Strut 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_3$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_3$ (m)
0	0.0061	9.5	0.0066
1	0.0063	10.5	0.0054
2	0.0066	11.5	0.0041
3	0.0068	12.5	0.0029
4	0.0071	13.5	0.0018
5	0.0076	14.5	0.0010
6	0.0079	15.5	0.0004
7	0.0080	16.5	0.0001
8	0.0077	17.5	0.0000
9	0.0070	18.5	0.0000
10	0.0060	19.5	0.0000
11	0.0048	20.5	0.0000
12	0.0035	21.5	0.0000
13	0.0023	22.5	0.0000
14	0.0013	23.5	0.0000
15	0.0006	24.5	0.0000
16	0.0002		
17	0.0000		
18	0.0000		
19	0.0000		
20	0.0000		
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Untuk penggambaran defleksi yang terjadi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 38 Defleksi Penggalan Ketiga (9,5 m) dan  $\delta$  Strut (0 dan -4,0 m)

Setelah penggalian ketiga ini, direncanakan pemasangan *strut* pada elevasi -9,0 meter. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi -9,0 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalian keempat.



d. Penggalan Keempat (13,5 meter)

Pada penggalan keempat ini, telah dilakukan pemasangan *strut* pada elevasi 0, -4,0 dan -9,0 meter.



Gambar 5. 39 Permodelan *Soldier Pile* 25 m (Penggalan Keempat)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile*, perlu dihitung dengan  $P_{H-O}$  yang terjadi pada penggalan sedalam 13,5 meter diperoleh dari perhitungan tekanan lateral di depan dinding penahan pada galian 13,5 meter, perhitungan sama dengan Tabel 5.27 dan Tabel 5.28 pada Subbab 5.2.

Sehingga perhitungan  $P_{\text{actual}}$  yang bekerja pada penggalan keempat adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 78  $P_{\text{actual}}$  di Depan *Soldier Pile* untuk Penggalan Ketiga akibat Penggalan Kedua *Soldier Pile* 25 m

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 13.5m (t)	$P_{H-max}$ (t)	$P_{\text{actual}}$ dari Galian 9.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
13.5	0.09	5.45	13.49	5.45
14.5	0.70	11.43	14.19	11.43
15.5	1.40	12.13	14.89	12.13
16.5	2.10	12.83	15.59	12.83
17.5	2.80	13.53	12.86	12.86
18.5	3.50	14.23	11.84	11.84
19.5	4.20	14.93	12.45	12.45
20.5	4.99	47.89	13.66	13.66
21.5	5.87	48.78	14.88	14.88
22.5	6.76	49.66	15.70	15.70
23.5	7.64	50.54	15.92	15.92
24.5	8.52	51.43	15.68	15.68

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalian keempat adalah:

Tabel 5. 79 Defleksi Iterasi 1 Galian 13,5 m + *Strut* 0, -4,0 dan -9,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0014
1	0.0000	14.5	0.0013
2	0.0000	15.5	0.0011
3	0.0000	16.5	0.0008
4	0.0000	17.5	0.0006
5	0.0000	18.5	0.0004
6	0.0000	19.5	0.0003
7	0.0000	20.5	0.0002
8	-0.0001	21.5	0.0001
9	0.0000	22.5	0.0001
10	0.0004	23.5	0.0000
11	0.0008	24.5	0.0000
12	0.0012		
13	0.0014		
14	0.0013		
15	0.0012		
16	0.0009		
17	0.0007		
18	0.0005		
19	0.0003		
20	0.0002		
21	0.0002		
22	0.0001		
23	0.0001		
24	0.0000		
25	0.0000		

Gaya aktual yang terjadi di belakang *soldier pile* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 80 Hasil Pactual Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile + Strut 0, -4,0, dan -9,0 m*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-0</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	-0.0061	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	-0.0063	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	-0.0065	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	-0.0068	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	-0.0071	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0000	-0.0075	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0000	-0.0079	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0000	-0.0080	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	-0.0001	-0.0078	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0000	-0.0070	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0004	-0.0056	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0008	-0.0039	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0012	-0.0023	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0014	-0.0009	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0013	0.0000	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0012	0.0005	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0009	0.0007	0.79	NO
17	9566.33	7.43	1.49	0.0007	0.0007	0.73	NO
18	9566.33	11.28	2.19	0.0005	0.0005	6.51	YES
19	9566.33	12.53	2.89	0.0003	0.0004	9.19	YES
20	9566.33	12.83	1.71	0.0002	0.0002	10.53	YES
21	9566.33	13.17	0.00	0.0002	0.0001	11.65	YES
22	9566.33	13.84	0.00	0.0001	0.0001	12.88	YES
23	9566.33	15.04	0.00	0.0001	0.0000	14.49	YES
24	9566.33	16.87	0.00	0.0000	0.0000	16.62	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk gaya aktual di depan *soldier pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 81 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile + Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{13}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0014	-0.0004	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0013	0.0003	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0011	0.0007	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0008	0.0007	12.83	NO
17.5	9566.33	13.53	12.86	0.0006	0.0006	18.49	NO
18.5	9566.33	14.23	11.84	0.0004	0.0004	15.80	NO
19.5	9566.33	14.93	12.45	0.0003	0.0003	15.20	NO
20.5	9566.33	47.89	13.66	0.0002	0.0002	15.50	YES
21.5	9566.33	48.78	14.88	0.0001	0.0001	16.05	YES
22.5	9566.33	49.66	15.70	0.0001	0.0001	16.40	YES
23.5	9566.33	50.54	15.92	0.0000	0.0000	16.26	YES
24.5	9566.33	51.43	15.68	0.0000	0.0000	15.75	YES

Pada penggalian keempat ini, iterasi terjadi sebanyak 2 kali. Hasil iterasi kedua ditunjukkan pada Tabel 5.82 dan Tabel 5.83.

Tabel 5. 82 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0000	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0000	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0000	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	-0.0001	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0000	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0004	0.0000	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0008	0.0000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.0000	0.00	NO

Tabel 5. 82 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile + Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13	0.00	0.00	0.00	0.0014	0.0000	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0014	0.0000	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0012	0.0000	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0010	0.0000	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0007	0.0000	1.49	NO
18	9566.33	6.51	2.19	0.0004	-0.0001	2.37	YES
19	9566.33	9.19	2.89	0.0002	-0.0001	6.87	YES
20	9566.33	10.53	1.71	0.0001	-0.0001	9.48	YES
21	9566.33	11.65	0.00	0.0000	-0.0001	11.36	YES
22	9566.33	12.88	0.00	0.0000	-0.0001	12.97	YES
23	9566.33	14.49	0.00	0.0000	-0.0001	14.67	YES
24	9566.33	16.62	0.00	0.0000	0.0000	16.74	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile*:

Tabel 5. 83 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile + Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

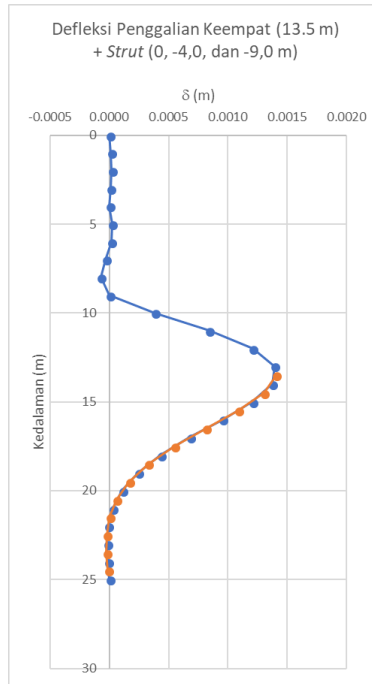
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0014	0.0000	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0013	0.0000	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0011	0.0000	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0008	0.0000	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0005	0.0000	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0003	-0.0001	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0002	-0.0001	14.93	NO
20.5	9566.33	15.50	47.89	0.0001	-0.0001	16.07	YES
21.5	9566.33	16.05	48.78	0.0000	-0.0001	16.07	YES
22.5	9566.33	16.40	49.66	0.0000	-0.0001	16.20	YES
23.5	9566.33	16.26	50.54	0.0000	-0.0001	16.04	YES
24.5	9566.33	15.75	51.43	0.0000	0.0000	15.62	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut :

Tabel 5. 84 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m + *Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0014
1	0.0000	14.5	0.0013
2	0.0000	15.5	0.0011
3	0.0000	16.5	0.0008
4	0.0000	17.5	0.0005
5	0.0000	18.5	0.0003
6	0.0000	19.5	0.0002
7	0.0000	20.5	0.0001
8	-0.0001	21.5	0.0000
9	0.0000	22.5	0.0000
10	0.0004	23.5	0.0000
11	0.0008	24.5	0.0000
12	0.0012		
13	0.0014		
14	0.0014		
15	0.0012		
16	0.0010		
17	0.0007		
18	0.0004		
19	0.0002		
20	0.0001		
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Defleksi pada *soldier pile* dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 40 Defleksi Penggalan Keempat (13,5 m) dan *Strut* (0, -4,0, dan -9,0 m)

Saat penggalian ketiga telah terjadi defleksi pada elevasi -9,00 meter, sehingga saat pemasangan *strut* perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi *strut* 0, -4,0, dan -9,0 meter.

Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah:

Tabel 5. 85 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile +  $\delta$  Strut 0, -4,0, dan -9,0 m*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0061	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0064	0.0064	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0067	0.0067	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0069	0.0069	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0071	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0073	0.0073	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0074	0.0074	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0074	0.0074	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0072	0.0073	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0070	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0071	0.0067	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0070	0.0062	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0068	0.0056	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0063	0.0049	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0056	0.0042	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0047	0.0035	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0038	0.0028	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0028	0.0021	1.49	NO
18	9566.33	2.37	2.19	0.0020	0.0015	0.00	NO
19	9566.33	6.87	2.89	0.0012	0.0010	0.00	NO
20	9566.33	9.48	1.71	0.0007	0.0006	3.02	YES
21	9566.33	11.36	0.00	0.0003	0.0002	8.69	YES
22	9566.33	12.97	0.00	0.0001	0.0001	12.39	YES
23	9566.33	14.67	0.00	0.0000	0.0000	14.93	YES
24	9566.33	16.74	0.00	0.0000	0.0000	17.05	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Untuk hasil iterasi di depan *soldier pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 86 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0060	0.0046	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0052	0.0039	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0043	0.0032	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0033	0.0025	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0024	0.0018	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0016	0.0013	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0009	0.0008	14.93	NO
20.5	9566.33	16.07	47.89	0.0004	0.0004	20.34	YES
21.5	9566.33	16.07	48.78	0.0001	0.0001	17.43	YES
22.5	9566.33	16.20	49.66	0.0000	0.0000	16.16	YES
23.5	9566.33	16.04	50.54	0.0000	0.0000	15.63	YES
24.5	9566.33	15.62	51.43	0.0000	0.0000	15.38	YES

Pada penggalian ketiga dengan penambahan beban *ground displacement* pada *strut* 0, -4,0, dan -9,0 meter ini, terjadi 3 kali iterasi. Hasil iterasi ketiga pada Tabel 5.87 dan 5.88 (hasil iterasi kedua terlampir dalam lampiran Tabel 44 dan Tabel 45).

Tabel 5. 87 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier Pile* +  $\delta$  Strut 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0064	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0067	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0069	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0073	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0074	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0074	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0072	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0000	5.67	NO

Tabel 5. 87 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang  
*Soldier Pile* +  $\delta$  *Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
10	0.00	3.07	3.07	0.0070	0.0000	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0068	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0064	-0.0002	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0058	-0.0002	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0049	-0.0003	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0039	-0.0004	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0028	-0.0004	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0018	-0.0004	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0010	-0.0004	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0003	-0.0004	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0001	-0.0003	1.71	NO
21	9566.33	9.29	0.00	-0.0002	-0.0002	11.63	YES
22	9566.33	13.89	0.00	-0.0002	-0.0001	16.06	YES
23	9566.33	16.29	0.00	-0.0001	0.0000	17.71	YES
24	9566.33	17.81	0.00	-0.0001	0.0000	18.46	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel berikut untuk hasil iterasi ketiga di depan *soldier pile*:

Tabel 5. 88 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  *Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

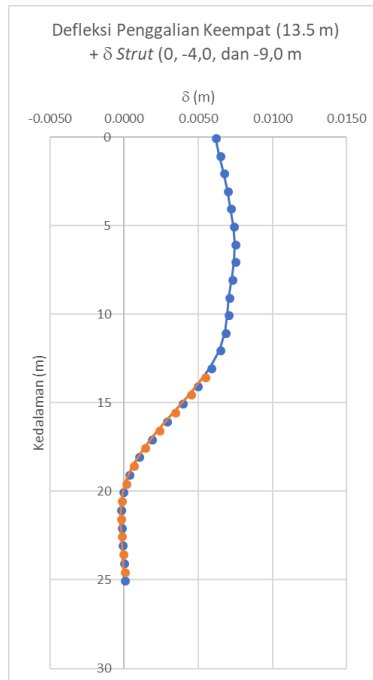
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0054	-0.0003	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0044	-0.0003	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0034	-0.0004	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0023	-0.0004	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0014	-0.0004	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0006	-0.0004	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0001	-0.0004	14.93	NO
20.5	9566.33	20.73	47.89	-0.0002	-0.0002	18.76	YES
21.5	9566.33	16.15	48.78	-0.0003	-0.0001	13.70	YES
22.5	9566.33	14.58	49.66	-0.0002	0.0000	12.70	YES
23.5	9566.33	14.48	50.54	-0.0001	0.0000	13.40	YES
24.5	9566.33	14.94	51.43	0.0000	0.0000	14.57	YES

Sehingga diperoleh nilai defleksi sebagai berikut:

Tabel 5. 89 Defleksi Iterasi 3 Galian 13,5 m +  $\delta$  *Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_3$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_3$ (m)
0	0.0061	13.5	0.0054
1	0.0064	14.5	0.0044
2	0.0067	15.5	0.0034
3	0.0069	16.5	0.0023
4	0.0071	17.5	0.0014
5	0.0073	18.5	0.0006
6	0.0074	19.5	0.0001
7	0.0074	20.5	-0.0002
8	0.0072	21.5	-0.0003
9	0.0070	22.5	-0.0002
10	0.0070	23.5	-0.0001
11	0.0068	24.5	0.0000
12	0.0064		
13	0.0058		
14	0.0049		
15	0.0039		
16	0.0028		
17	0.0018		
18	0.0010		
19	0.0003		
20	-0.0001		
21	-0.0002		
22	-0.0002		
23	-0.0001		
24	-0.0001		
25	0.0000		

Untuk penggambaran defleksi yang terjadi pada *soldier pile* dapat dilihat grafik berikut:



Gambar 5. 41 Defleksi Penggalan Keempat (13,5 m) dan  $\delta$  Strut (0, -4,0, dan -9,0 m)

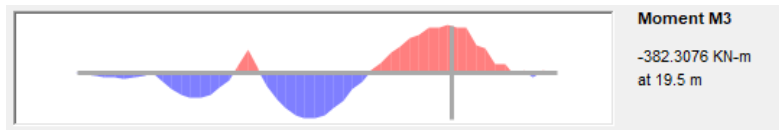
Pada iterasi terakhir penggalan ketiga di atas, dapat diketahui bahwa nilai defleksi maksimum pada elevasi -6,0 m adalah sebesar 0,0074 m atau 7,4 mm. Dimana defleksi maksimum yang terjadi ( $\delta_{\max}$ ) lebih kecil dari defleksi ijin ( $\delta_{\text{ijin}}$ ) sebesar 1 inch. Sehingga perencanaan ini dapat digunakan.

## 2. Dimensi *Soldier Pile* Rencana

Perencanaan ulang penulangan *soldier pile* berupa penulangan longitudinal dan transversal. Untuk penulangan longitudinal didapatkan dari perencanaan menggunakan program bantu spColumn, dengan memasukkan nilai momen maksimum dari SAP2000. Sedangkan penulangan transversal menggunakan perhitungan manual dari nilai geser maksimum ( $V_u$ ) yang diperoleh dari SAP2000.

### a. Perencanaan Tulangan Longitudinal

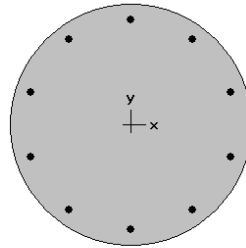
Momen maksimum didapatkan dari momen maksimum yang terjadi pada iterasi galian 13,5 meter +  $\delta$  *Strut* 4 dan 9 meter. Pada program bantu SAP2000, dapat diketahui:



Gambar 5. 42 Momen Maksimum Perencanaan Ulang *Soldier Pile*

Momen maksimum yang didapatkan dimasukkan kedalam program spColumn, untuk mendapatkan dimensi tulangan longitudinal.

Pada program spColumn, diperoleh tulangan longitudinal untuk *soldier pile* pada gambar berikut:



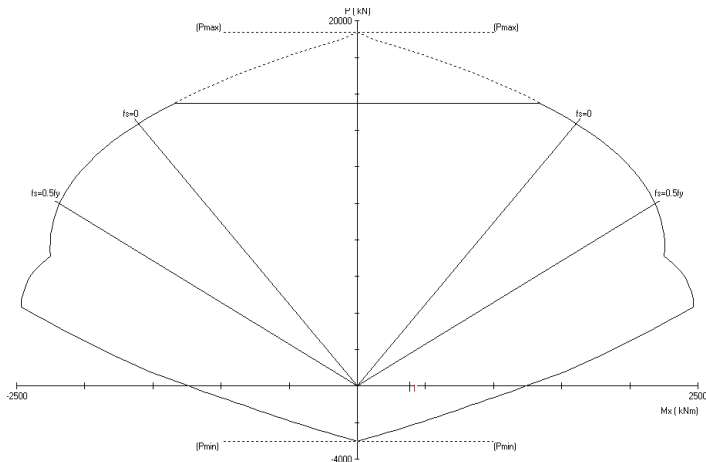
1000 mm diam.  
1.04% reinf.

Gambar 5. 43 Penulangan Perencanaan Ulang *Soldier Pile*

Parameter *soldier pile* yang digunakan adalah:

Diameter <i>soldier pile</i>	= 1 meter
Mutu beton ( $f'_c$ )	= 40 MPa
Mutu tulangan ( $f_y$ )	= 410 MPa
Diameter tulangan	= 32 mm
Banyak tulangan	= 10 buah

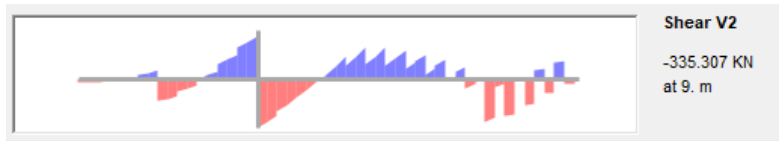
Diagram interaksi *soldier pile* pada spColumn ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. 44 Diagram Interaksi Perencanaan Ulang *Soldier Pile*

### b. Perencanaan Tulangan Transversal

Gaya geser maksimum diperoleh dari hasil iterasi galian 13,5 meter +  $\delta$  Strut 0, -4,0, dan -9,0 meter. Pada SAP2000, diperoleh gaya geser maksimum yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 5. 45 Gaya Geser Maksimum Perencanaan Ulang *Soldier Pile*

Perhitungan penulangan transversal menurut SNI 2013 pasal 11.1.1, desain penampang yang dikenai geser harus didasarkan pada persamaan 11-1, yaitu:

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d; \quad \text{untuk beton normal, } \lambda = 1 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{40} \times \frac{1}{4} \pi D_{\text{soldierpile}}^2 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{40} \times \frac{1}{4} \pi (1000)^2 \\ &= 844440 \text{ N} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan transversal (sengkang) spiral D13 dengan jarak 200 mm.

$$V_s = \frac{A_v \times f_{yt} \times D}{s}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \pi 13^2 \\ &= 265,46 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 1000 - 40 - 13 - 0,5 \times 32 \\ &= 931 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_y = 410 \text{ MPa}$$

$$V_s = \frac{265,46 \times 410 \times 931}{200}$$

$$= 506652,42 \text{ N}$$

$$V_n = 844440 + 506652,42$$

$$= 1351092,42 \text{ N}$$

$$= 1351,09 \text{ KN}$$

Cek terhadap  $\phi V_n \geq V_u$ ,

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 1351,09 \geq 335,307$$

$$1013,32 \text{ KN} \geq 335,307 \text{ KN (OK)}$$

Karena  $\phi V_n \geq V_u$ , maka desai tulangan transversal dapat digunakan untuk menahan gaya geser yang terjadi.

### 3. Dimensi *Strut* Rencana

Perencanaan *strut* mengacu pada hasil iterasi terakhir dari SAP2000, diperoleh reaksi pada setiap *joint* yang ter*strut* sebagai berikut:

- Elevasi 0 m = 2,79 t
- Elevasi -4,0 m = 23,15 t
- Elevasi -9,0 m = 68,16 t

Direncanakan *strut* yang digunakan adalah WF 100x50x5x7, dimana mempunyai parameter:

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$b_f = 50 \text{ mm}$$

$$t_f = 7 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
 h &= 100 \text{ mm} \\
 t_w &= 5 \text{ mm} \\
 i_x &= 3,98 \text{ cm} \\
 i_y &= 1,12 \text{ cm} \\
 A_g &= 11,89 \text{ cm}^2 \\
 w &= 9,3 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

a. Kontrol Penampang

Pelat Sayap

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{b_f}{2t_f} \\
 &= \frac{50}{2 \times 7} \\
 &= 3,57
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_R &= \frac{250}{\sqrt{f_y}} \\
 &= \frac{250}{\sqrt{240}} \\
 &= 16,14
 \end{aligned}$$

$\lambda < \lambda_R$  (OK)  $\rightarrow$  Penampang tidak langsing

Pelat Badan

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{h}{t_w} \\
 &= \frac{100}{5} \\
 &= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_R &= \frac{665}{\sqrt{f_y}} \\
 &= \frac{665}{\sqrt{240}} \\
 &= 42,93
 \end{aligned}$$

$\lambda < \lambda_R$  (OK)  $\rightarrow$  Penampang tidak langsing

b. Kontrol Kekuatan *Strut*Panjang *Strut*

$$L = 66 \text{ m} = 6600 \text{ cm}$$

$$\text{Arah x} \rightarrow \lambda_x = \frac{L}{i_x} = \frac{6600}{3,98} = 1658,29$$

$$\text{Arah y} \rightarrow \lambda_y = \frac{L}{i_y} = \frac{6600}{1,12} = 5892,86$$

$$\lambda = \lambda_y = 5892,86$$

## Kontrol Tekan

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 1,1 \times R_y \times f_y \times \frac{A_g}{w} \\ &= 1,1 \times 1,5 \times 2400 \times \frac{11,89}{9,3} \\ &= 506283,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &= 0,9 \times P_{\max} \\ &= 0,9 \times 506283,9 \\ &= 455655,5 \text{ kg} \\ &= 455,66 \text{ t} \end{aligned}$$

Cek  $\phi P_n > P_u$ :

- Elevasi 0 m                      = 2,79 t < 455,66                      (OK)
- Elevasi -4,0 m                   = 23,15 t < 455,66                      (OK)
- Elevasi -9,0 m                   = 68,16 t < 455,66                      (OK)

Karena  $\phi P_n > P_u$ , maka *strut* dapat digunakan.

#### 5.4 Perencanaan Alternatif Dinding Penahan Tanah *Secant Pile*

Terdapat beberapa kesalahan yang memungkinkan terjadinya pergeseran *soldier pile* eksisting. Salah satunya adalah metode pelaksanaan *bottom up* dalam tahap penggalian. Hal tersebut karena pada metode ini, *soldier pile* harus menahan tekanan lateral tanah terlebih dahulu, setelah itu baru dipasang *strut* teratas. Oleh karena itu diperlukan alternatif perencanaan dengan metode penggalian *top down*, untuk mengetahui keefesienan dalam mencegah terjadinya defleksi yang melebihi defleksi ijin.

Selain itu, untuk mengurangi terjadinya kebisingan karena proses pengeboran, perlu diketahui perencanaan alternatif dengan jenis dinding penahan tanah yang lain. *Secant pile* merupakan salah satu dinding penahan tanah yang dapat dijadikan alternatif. Karena dalam *secant pile* terdapat *primary pile* dan *secondary pile*. *Secondary pile* yang terbuat dari *bentonite*, dapat mengurangi kebisingan akibat *preboring*.

##### 1. Defleksi pada *Secant Pile*

Panjang dinding penahan tanah yang didapatkan pada Subbab 5.2.1, digunakan untuk perencanaan ini. Penggalian tanah direncanakan dalam 3 tahap penggalian mengikuti elevasi pelat lantai rencana. Elevasi pelat lantai rencana yaitu pada elevasi -4,0 meter, -7,2 meter, dan -10,4 meter. Sehingga direncanakan tahap penggalian pada -4,5 meter, -8,0 meter, dan -13,5 meter. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi, digunakan metode *Stress and Deformation* dengan *Beam on Elastic Foundation*. Nilai defleksi dapat diketahui secara bertahap pada setiap tahapan penggalian. Defleksi pada penggalian terakhir (penggalian ketiga) adalah defleksi akhir yang terjadi.

a. Penggalian Pertama (4,5 meter)

Penggalian pertama dilakukan dari elevasi 0 sampai -4,5 meter. Langkah permodelan adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan *preliminary design soldier pile*, direncanakan dengan:
  - a. diameter : 1 meter
  - b. panjang : 25 meter
2. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) dan aktif ( $\sigma_{H-min}$ ) per meter di belakang dinding penahan. Perhitungan terlampir dalam lampiran (Tabel 5).
3. Menghitung tekanan lateral tanah kondisi *at rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) dan pasif ( $\sigma_{H-max}$ ) per meter depan dinding penahan tanah, seperti pada Tabel 5.50 pada Subbab 5.3.
4. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) dan aktif per meter di belakang dinding yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest* dan aktif di belakang dinding pada lampiran Tabel 5, dan hasil perhitungan pada Tabel 5.4 pada Subbab 5.2.
5. Menghitung beban terpusat kondisi *at rest* ( $P_{H-O}$ ) dan pasif per meter di depan dinding yang didapatkan dari tekanan lateral tanah *at rest* dan pasif di depan dinding pada Tabel 5.50 dan hasil perhitungan pada Tabel 5.51.
6. Menghitung beban air tanah.

Tabel 5. 90 Beban Air Tanah ( $\sigma_w$ ) 25 m (Galian 4,5 m)

Kedalaman (m)	$\sigma_w$ (t/m <sup>2</sup> )
1.05	0.00
4.5	3.45
25	0.00

7. Memodelkan dinding penahan tanah ke dalam SAP 2000, langkah dalam permodelan dan *assign* data sama seperti mencari panjang dinding penahan tanah Subbab 5.1.1 (langkah nomor 5 sampai 13).

Gambar 5. 46 Permodelan *Secant Pile* 25 m (Penggalian Pertama)

8. Melihat hasil defleksi pada *Joint Output*, didapatkan hasil seperti di bawah ini:

Tabel 5. 91 Defleksi *Secant Pile* Iterasi 1 Galian 4,5 m + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	4.5	0.0014
1	0.0004	5.5	0.0014
2	0.0008	6.5	0.0014
3	0.0011	7.5	0.0012
4	0.0013	8	0.0011
5	0.0014	8.5	0.0010
6	0.0014	9.5	0.0009
7	0.0013	10.5	0.0007
7.2	0.0013	11.5	0.0005
9	0.0010	12.5	0.0004
10	0.0008	13.5	0.0003
10.4	0.0007	14.5	0.0003
11	0.0006	15.5	0.0003
12	0.0004	16.5	0.0003
13	0.0003	17.5	0.0003
14	0.0003	18.5	0.0003
15	0.0003	19.5	0.0003
16	0.0003	20.5	0.0002
17	0.0003	21.5	0.0002
18	0.0003	22.5	0.0002
19	0.0003	23.5	0.0001
20	0.0003	24.5	0.0000
21	0.0002		
22	0.0002		
23	0.0002		
24	0.0001		
25	0.0000		

Dari nilai defleksi di atas, maka dapat diketahui nilai  $P_{\text{actual}}$  yang bekerja pada *soldier pile*.

- $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$  ,  $P_{\text{aktif actual}} = P_o - \delta \times k_s$
- $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif actual}}$  ,  $P_{\text{pasif actual}} = P_o + \delta \times k_s$

Jika  $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$  atau  $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif actual}}$ , maka *spring* dapat dihilangkan atau dianggap bernilai 0. Hasil  $P_{\text{actual}}$  pada iterasi ini adalah:

Tabel 5. 92 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\text{min}}$ (t)	$\delta_i$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.58	YES
1	2125.85	1.63	0.61	0.0004	0.73	YES
2	2125.85	2.26	1.24	0.0008	0.55	NO
3	2125.85	2.90	1.87	0.0011	0.53	NO
4	2125.85	3.53	2.51	0.0013	0.73	NO
5	2125.85	4.16	3.14	0.0014	1.16	NO
6	2125.85	4.79	3.77	0.0014	1.81	NO
7	2125.85	5.42	4.40	0.0013	2.65	NO
7.2	2125.85	5.55	4.53	0.0013	2.84	NO
9	2125.85	6.69	5.67	0.0010	4.66	NO
10	2125.85	7.33	3.07	0.0008	5.72	YES
10.4	9566.33	7.60	0.63	0.0007	1.15	YES
11	9566.33	8.02	0.00	0.0006	2.60	YES
12	9566.33	8.72	0.00	0.0004	4.65	YES
13	9566.33	9.42	0.00	0.0003	6.21	YES
14	9566.33	10.12	0.00	0.0003	7.38	YES
15	9566.33	10.82	0.22	0.0003	8.28	YES
16	9566.33	11.52	0.79	0.0003	9.05	YES
17	9566.33	12.22	1.49	0.0003	9.74	YES
18	9566.33	12.92	2.19	0.0003	10.42	YES
19	9566.33	13.62	2.89	0.0003	11.13	YES
20	9566.33	14.34	1.71	0.0003	11.93	YES
21	9566.33	15.20	0.00	0.0002	12.95	YES
22	9566.33	16.08	0.00	0.0002	14.13	YES
23	9566.33	16.97	0.00	0.0002	15.50	YES
24	9566.33	17.85	0.00	0.0001	17.06	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	18.62	YES

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan dinding ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 93 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 4,5 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
4.5	2125.85	0.08	0.59	0.0014	3.00	NO
5.5	2125.85	0.63	1.65	0.0014	3.64	NO
6.5	2125.85	1.26	2.29	0.0014	4.16	NO
7.5	2125.85	1.90	1.38	0.0012	4.50	NO
8	2125.85	2.21	3.23	0.0011	4.63	NO
8.5	2125.85	2.53	3.55	0.0010	4.75	NO
9.5	2125.85	3.16	4.18	0.0009	4.97	NO
10.5	9566.33	3.83	14.55	0.0007	10.08	YES
11.5	9566.33	4.53	15.25	0.0005	9.18	YES
12.5	9566.33	5.22	15.95	0.0004	8.78	YES
13.5	9566.33	5.92	16.65	0.0003	8.83	YES
14.5	9566.33	6.62	17.35	0.0003	9.21	YES
15.5	9566.33	7.32	18.05	0.0003	9.78	YES
16.5	9566.33	8.02	18.75	0.0003	10.46	YES
17.5	9566.33	8.72	19.45	0.0003	11.18	YES
18.5	9566.33	9.42	20.15	0.0003	11.88	YES
19.5	9566.33	10.12	20.85	0.0003	12.54	YES
20.5	9566.33	10.91	53.82	0.0002	13.22	YES
21.5	9566.33	11.80	54.70	0.0002	13.87	YES
22.5	9566.33	12.68	55.59	0.0002	14.37	YES
23.5	9566.33	13.57	56.47	0.0001	14.67	YES
24.5	9566.33	14.45	57.35	0.0000	14.80	YES

9. Melakukan iterasi pada  $P_{\text{actual}}$  yang terjadi. Untuk mengetahui defleksi yang terjadi tanpa adanya pergerakan *secant pile* lagi, maka perlu dilakukan iterasi, sampai perbedaan defleksi pada iterasi sesudahnya mendekati 0 ( $\Delta\delta \approx 0$ ), untuk perencanaan ini  $\Delta\delta < 0,001$  m. Selain itu, perlu dicek sampai sudah tidak ada *spring* yang dihilangkan lagi. Jika  $P_{\text{aktif min}} < P_{\text{aktif actual}}$ , maka yang digunakan untuk iterasi selanjutnya adalah  $P_{\text{aktif min}}$ , begitu pula jika  $P_{\text{pasif max}} > P_{\text{pasif}}$   $_{\text{max}}$ , maka yang digunakan untuk iterasi selanjutnya adalah

$P_{\text{pasif max}}$ . Pada penggalian pertama ini dilakukan iterasi sebanyak 5 kali. Hasil iterasi kelima ditunjukkan pada Tabel 5.95 dan Tabel 5.96 (hasil iterasi kedua sampai keempat terlampir dalam lampiran Tabel 46 sampai Tabel 51):

Tabel 5. 94 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 4,5 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_5$ (m)	$\Delta\delta_{54}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0012	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0023	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0032	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0041	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0041	0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0037	0.0001	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0036	0.0001	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0024	0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0016	0.0001	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0013	0.0001	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0000	0.00	NO
13	9566.33	5.64	0.00	0.0001	0.0000	4.79	YES
14	9566.33	9.08	0.00	0.0000	0.0000	9.18	YES
15	9566.33	10.12	0.22	0.0000	0.0000	10.33	YES
16	9566.33	10.26	0.79	0.0000	0.0000	10.34	YES
17	9566.33	10.30	1.49	0.0000	0.0000	10.26	YES
18	9566.33	10.55	2.19	0.0000	0.0000	10.48	YES
19	9566.33	11.04	2.89	0.0000	0.0000	10.99	YES
20	9566.33	11.72	1.71	0.0000	0.0000	11.70	YES
21	9566.33	12.63	0.00	0.0000	0.0000	12.63	YES
22	9566.33	13.73	0.00	0.0000	0.0000	13.71	YES
23	9566.33	15.09	0.00	0.0000	0.0000	15.05	YES
24	9566.33	16.79	0.00	0.0000	0.0000	16.76	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Untuk hasil iterasi di depan *secant pile* pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. 95 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 4,5 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

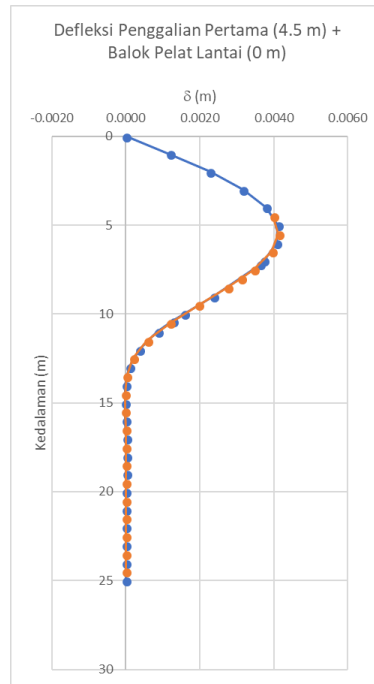
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s4}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0040	0.0000	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0041	0.0001	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0039	0.0001	2.29	NO
7.5	0.00	1.38	1.38	0.0035	0.0001	1.38	NO
8	0.00	3.23	3.23	0.0031	0.0001	3.23	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0028	0.0001	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0020	0.0001	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0012	0.0001	14.55	NO
11.5	0.00	15.25	15.25	0.0006	0.0000	15.25	NO
12.5	9566.33	11.85	15.95	0.0002	0.0000	13.72	YES
13.5	9566.33	7.81	16.65	0.0000	0.0000	8.01	YES
14.5	9566.33	7.21	17.35	0.0000	0.0000	6.97	YES
15.5	9566.33	8.15	18.05	0.0000	0.0000	7.96	YES
16.5	9566.33	9.51	18.75	0.0000	0.0000	9.47	YES
17.5	9566.33	10.77	19.45	0.0000	0.0000	10.80	YES
18.5	9566.33	11.77	20.15	0.0000	0.0000	11.81	YES
19.5	9566.33	12.59	20.85	0.0000	0.0000	12.59	YES
20.5	9566.33	13.36	53.82	0.0000	0.0000	13.33	YES
21.5	9566.33	14.11	54.70	0.0000	0.0000	14.08	YES
22.5	9566.33	14.65	55.59	0.0000	0.0000	14.64	YES
23.5	9566.33	14.88	56.47	0.0000	0.0000	14.88	YES
24.5	9566.33	14.79	57.35	0.0000	0.0000	14.75	YES

Berdasarkan iterasi terakhir, defleksi yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 96 Defleksi Iterasi 5 Galian 4,5 m + Balok Pelat Lantai 0  
m

Kedalaman (m)	$\delta_5$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_5$ (m)
0	0.0000	4.5	0.0040
1	0.0012	5.5	0.0041
2	0.0023	6.5	0.0039
3	0.0032	7.5	0.0035
4	0.0038	8	0.0031
5	0.0041	8.5	0.0028
6	0.0041	9.5	0.0020
7	0.0037	10.5	0.0012
7.2	0.0036	11.5	0.0006
9	0.0024	12.5	0.0002
10	0.0016	13.5	0.0000
10.4	0.0013	14.5	0.0000
11	0.0009	15.5	0.0000
12	0.0004	16.5	0.0000
13	0.0001	17.5	0.0000
14	0.0000	18.5	0.0000
15	0.0000	19.5	0.0000
16	0.0000	20.5	0.0000
17	0.0000	21.5	0.0000
18	0.0000	22.5	0.0000
19	0.0000	23.5	0.0000
20	0.0000	24.5	0.0000
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Bentuk defleksi pada *secant pile* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 47 Defleksi Penggalan Pertama (4,5 m) dan Balok Pelat Lantai (0 m)

Setelah penggalian pertama ini, dilakukan pengecoran pelat lantai pada elevasi -4,0 meter. Pelat lantai berfungsi sebagai penahan lateral *secant pile*. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi -4,0 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalian kedua.

b. Penggalian Kedua (8 meter)

Pada penggalian kedua ini, telah dilakukan pengecoran pelat lantai pada elevasi 0 dan -4,0 meter.



Gambar 5. 48 Permodelan *Secant Pile* 25 m (Penggalian Kedua)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *soldier pile*, perlu dihitung dengan  $P_{H_o}$  yang terjadi pada penggalian sedalam 8 meter.

Tabel 5. 97 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Pasif 25 m di Depan *Secant Pile* (Galian 8 m)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ ( $t/m^3$ )	$\sigma_v$ ( $t/m^2$ )	$\phi$ (°)	$C_u$ ( $t/cm^2$ )	$K_o$	$\sigma_H$ ( $t/m^2$ )	$K_p$	$\sigma_{H-max}$ ( $t/m^2$ )
8	-	8	0	0.632	0.00	0	0.51	1	0.00	1	1.02
8	-	8.5	0.5	0.632	0.32	0	0.51	1	0.32	1	1.34
8.5	-	9	0.5	0.632	0.63	0	0.51	1	0.63	1	1.65
9	-	10	1	0.632	1.26	0	0.51	1	1.26	1	2.29
9	-	10	1	0.632	1.26	0	5.36	1	1.26	1	11.99
10	-	11	1	0.700	1.96	0	5.36	1	1.96	1	12.69
11	-	12	1	0.700	2.66	0	5.36	1	2.66	1	13.39
12	-	13	1	0.700	3.36	0	5.36	1	3.36	1	14.09
13	-	13.5	0.5	0.700	3.71	0	5.36	1	3.71	1	14.44
13.5	-	14	0.5	0.700	4.06	0	5.36	1	4.06	1	14.79
14	-	15	1	0.700	4.76	0	5.36	1	4.76	1	15.49
15	-	16	1	0.700	5.46	0	5.36	1	5.46	1	16.19
16	-	17	1	0.700	6.16	0	5.36	1	6.16	1	16.89
17	-	18	1	0.700	6.86	0	5.36	1	6.86	1	17.59
18	-	19	1	0.700	7.56	0	5.36	1	7.56	1	18.29
19	-	20	1	0.700	8.26	0	5.36	1	8.26	1	18.99
19	-	20	1	0.700	8.26	0	21.45	1	8.26	1	51.16
20	-	21	1	0.884	9.14	0	21.45	1	9.14	1	52.05
21	-	22	1	0.884	10.03	0	21.45	1	10.03	1	52.93
22	-	23	1	0.884	10.91	0	21.45	1	10.91	1	53.82
23	-	24	1	0.884	11.80	0	21.45	1	11.80	1	54.70
24	-	25	1	0.884	12.68	0	21.45	1	12.68	1	55.58
24	-	25	1	0.884	12.68	0	25.25	1	12.68	1	63.17

Untuk beban terpusat pada penggalian sedalam 8 meter adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 98 Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) dan Pasif ( $P_{H-max}$ ) 25 m di Depan *Secant Pile* (Galian 8 m)

Kedalaman (m)	$P_H$ (t)	$P_{H-max}$ (t)
8	0.08	0.59
8.5	0.32	1.34
9.5	0.95	1.97
10.5	1.61	12.34
11.5	2.31	13.04
12.5	3.01	13.74
13.5	3.71	14.44
14.5	4.41	15.14
15.5	5.11	15.84
16.5	5.81	16.54
17.5	6.51	17.24
18.5	7.21	17.94
19.5	7.91	18.64
20.5	8.70	51.61
21.5	9.59	52.49
22.5	10.47	53.37
23.5	11.35	54.26
24.5	12.24	55.14

Sehingga perhitungan  $P_{actual}$  yang bekerja pada penggalian kedua adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 99  $P_{actual}$  di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalian Kedua akibat Penggalian Pertama *Secant Pile* 25 m

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 8m (t)	$P_{H-max}$ (t)	$P_{actual}$ dari Galian 4.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
8	0.08	0.59	0.08	0.59
8.5	0.32	1.34	0.32	1.34
9.5	0.95	1.97	0.95	1.97
10.5	1.61	12.34	1.61	12.34
11.5	2.31	13.04	2.31	13.04
12.5	3.01	13.74	4.88	4.88
13.5	3.71	14.44	3.91	3.91
14.5	4.41	15.14	4.17	4.17
15.5	5.11	15.84	4.93	4.93
16.5	5.81	16.54	5.78	5.78

Tabel 5. 100  $P_{\text{actual}}$  di Depan Dinding Penahan Tanah untuk Penggalan Kedua akibat Penggalan Pertama *Secant Pile* 25 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	$P_{H-O}$ Galian 8m (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$P_{\text{actual}}$ dari Galian 4.5m (t)	$P_{H-O}$ (t)
17.5	6.51	17.24	6.55	6.55
18.5	7.21	17.94	7.25	7.25
19.5	7.91	18.64	7.91	7.91
20.5	8.70	51.61	8.67	8.67
21.5	9.59	52.49	9.55	9.55
22.5	10.47	53.37	10.46	10.46
23.5	11.35	54.26	11.35	11.35
24.5	12.24	55.14	12.20	12.20

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalian kedua adalah:

Tabel 5. 100 Defleksi Iterasi 1 Galian 8 m + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	8	0.0017
1	-0.0001	8.5	0.0018
2	-0.0002	9.5	0.0016
3	-0.0002	10.5	0.0014
4	0.0000	11.5	0.0010
5	0.0005	12.5	0.0007
6	0.0010	13.5	0.0006
7	0.0015	14.5	0.0005
7.2	0.0016	15.5	0.0004
9	0.0017	16.5	0.0004
10	0.0015	17.5	0.0003
10.4	0.0014	18.5	0.0003
11	0.0012	19.5	0.0003
12	0.0009	20.5	0.0003
13	0.0006	21.5	0.0003
14	0.0005	22.5	0.0002
15	0.0004	23.5	0.0001
16	0.0004	24.5	0.0000
17	0.0004		
18	0.0003		
19	0.0003		
20	0.0003		
21	0.0003		
22	0.0002		
23	0.0002		
24	0.0001		
25	0.0000		

Gaya aktual yang terjadi di belakang *secant pile* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 101 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	-0.0001	-0.0013	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0002	-0.0024	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0002	-0.0032	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	-0.0036	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0005	-0.0034	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0010	-0.0028	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0015	-0.0020	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0016	-0.0019	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0017	-0.0005	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0015	0.0001	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0014	0.0003	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.0004	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0006	0.00	NO
13	9566.33	4.79	0.00	0.0006	0.0006	0.00	NO
14	9566.33	9.18	0.00	0.0005	0.0005	4.35	YES
15	9566.33	10.33	0.22	0.0004	0.0005	6.25	YES
16	9566.33	10.34	0.79	0.0004	0.0004	6.68	YES
17	9566.33	10.26	1.49	0.0004	0.0004	6.88	YES
18	9566.33	10.48	2.19	0.0003	0.0003	7.28	YES
19	9566.33	10.99	2.89	0.0003	0.0003	7.95	YES
20	9566.33	11.70	1.71	0.0003	0.0003	8.84	YES
21	9566.33	12.63	0.00	0.0003	0.0003	10.00	YES
22	9566.33	13.71	0.00	0.0002	0.0002	11.42	YES
23	9566.33	15.05	0.00	0.0002	0.0002	13.31	YES
24	9566.33	16.76	0.00	0.0001	0.0001	15.81	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk gaya actual di depan *secant pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 102 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
8	0.00	0.59	0.59	0.0017	-0.0023	0.59	NO
8.5	0.00	1.34	1.34	0.0018	-0.0024	1.34	NO
9.5	0.00	1.97	1.97	0.0016	-0.0023	1.97	NO
10.5	0.00	12.34	12.34	0.0014	-0.0021	12.34	NO
11.5	0.00	13.04	13.04	0.0010	-0.0021	13.04	NO
12.5	9566.33	13.74	4.88	0.0007	-0.0020	12.04	YES
13.5	9566.33	14.44	3.91	0.0006	-0.0014	9.29	YES
14.5	9566.33	15.14	4.17	0.0005	-0.0007	8.55	YES
15.5	9566.33	15.84	4.93	0.0004	-0.0002	8.75	YES
16.5	9566.33	16.54	5.78	0.0004	0.0002	9.27	YES
17.5	9566.33	17.24	6.55	0.0003	0.0003	9.81	YES
18.5	9566.33	17.94	7.25	0.0003	0.0003	10.34	YES
19.5	9566.33	18.64	7.91	0.0003	0.0003	10.84	YES
20.5	9566.33	51.61	8.67	0.0003	0.0003	11.40	YES
21.5	9566.33	52.49	9.55	0.0003	0.0003	11.99	YES
22.5	9566.33	53.37	10.46	0.0002	0.0002	12.46	YES
23.5	9566.33	54.26	11.35	0.0001	0.0001	12.69	YES
24.5	9566.33	55.14	12.20	0.0000	0.0001	12.65	YES

Pada penggalian kedua ini, iterasi terjadi sebanyak 4 kali. Hasil iterasi keempat ditunjukkan pada Tabel 5.103 dan Tabel 5.104 (iterasi kedua dan ketiga terlampir pada lampiran Tabel 52 sampai Tabel 55):

Tabel 5. 103 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 8 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	-0.0001	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0002	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0002	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0004	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0009	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0013	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0014	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0014	0.0000	5.67	NO



Tabel 5. 105 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 8 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
10	0.00	3.07	3.07	0.0011	0.0000	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0010	0.0000	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0007	0.0000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0000	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.00	NO
14	9566.33	3.67	0.00	0.0000	0.0000	3.48	YES
15	9566.33	6.52	0.22	0.0000	0.0000	6.69	YES
16	9566.33	7.13	0.79	0.0000	0.0000	7.30	YES
17	9566.33	7.24	1.49	0.0000	0.0000	7.31	YES
18	9566.33	7.51	2.19	0.0000	0.0000	7.51	YES
19	9566.33	8.04	2.89	0.0000	0.0000	8.02	YES
20	9566.33	8.78	1.71	0.0000	0.0000	8.76	YES
21	9566.33	9.77	0.00	0.0000	0.0000	9.74	YES
22	9566.33	11.03	0.00	0.0000	0.0000	10.96	YES
23	9566.33	12.85	0.00	0.0000	0.0000	12.75	YES
24	9566.33	15.48	0.00	0.0000	0.0000	15.40	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *secant pile*:

Tabel 5. 104 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 8 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

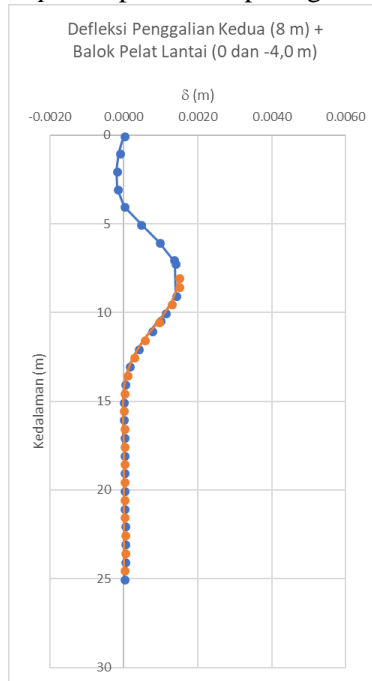
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
8	0.00	0.59	0.59	0.0015	0.0000	0.59	NO
8.5	0.00	1.34	1.34	0.0015	0.0000	1.34	NO
9.5	0.00	1.97	1.97	0.0013	0.0000	1.97	NO
10.5	0.00	12.34	12.34	0.0009	0.0000	12.34	NO
11.5	0.00	13.04	13.04	0.0006	0.0000	13.04	NO
12.5	0.00	13.74	13.74	0.0002	0.0000	13.74	NO
13.5	9566.33	10.95	14.44	0.0001	0.0000	11.58	YES
14.5	9566.33	8.57	15.14	0.0000	0.0000	8.49	YES
15.5	9566.33	8.29	15.84	0.0000	0.0000	8.08	YES
16.5	9566.33	8.80	16.54	0.0000	0.0000	8.65	YES
17.5	9566.33	9.47	17.24	0.0000	0.0000	9.41	YES
18.5	9566.33	10.13	17.94	0.0000	0.0000	10.11	YES
19.5	9566.33	10.77	18.64	0.0000	0.0000	10.76	YES
20.5	9566.33	11.48	51.61	0.0000	0.0000	11.47	YES
21.5	9566.33	12.23	52.49	0.0000	0.0000	12.25	YES
22.5	9566.33	12.82	53.37	0.0000	0.0000	12.87	YES
23.5	9566.33	13.03	54.26	0.0000	0.0000	13.14	YES
24.5	9566.33	12.74	55.14	0.0000	0.0000	12.76	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 105 Defleksi Iterasi 4 Galian 8 m + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_4$ (m)
0	0.0000	8	0.0015
1	-0.0001	8.5	0.0015
2	-0.0002	9.5	0.0013
3	-0.0002	10.5	0.0009
4	0.0000	11.5	0.0006
5	0.0004	12.5	0.0002
6	0.0009	13.5	0.0001
7	0.0013	14.5	0.0000
7.2	0.0014	15.5	0.0000
9	0.0014	16.5	0.0000
10	0.0011	17.5	0.0000
10.4	0.0010	18.5	0.0000
11	0.0007	19.5	0.0000
12	0.0004	20.5	0.0000
13	0.0001	21.5	0.0000
14	0.0000	22.5	0.0000
15	0.0000	23.5	0.0000
16	0.0000	24.5	0.0000
17	0.0000		
18	0.0000		
19	0.0000		
20	0.0000		
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Defleksi pada *secant pile* dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 49 Defleksi Penggalan Kedua (8 m) dan Balok Pelat Lantai (0 dan -4,0 m)

Saat penggalian pertama telah terjadi defleksi pada elevasi -4,0 meter, sehingga saat pengecoran balok pelat lantai perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi pelat lantai.

Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah

Tabel 5. 106 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8 m di Belakang *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0010	0.0012	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0020	0.0022	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0029	0.0031	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0038	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0046	0.0041	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0051	0.0042	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0053	0.0040	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0053	0.0039	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0045	0.0031	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0036	0.0025	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0033	0.0023	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0027	0.0019	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0017	0.0013	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0008	0.00	NO
14	9566.33	3.48	0.00	0.0004	0.0004	0.00	NO
15	9566.33	6.69	0.22	0.0001	0.0001	5.69	YES
16	9566.33	7.30	0.79	0.0000	0.0000	7.59	YES
17	9566.33	7.31	1.49	-0.0001	-0.0001	8.03	YES
18	9566.33	7.51	2.19	-0.0001	-0.0001	8.24	YES
19	9566.33	8.02	2.89	-0.0001	-0.0001	8.60	YES
20	9566.33	8.76	1.71	0.0000	0.0000	9.15	YES
21	9566.33	9.74	0.00	0.0000	0.0000	9.96	YES
22	9566.33	10.96	0.00	0.0000	0.0000	11.03	YES
23	9566.33	12.75	0.00	0.0000	0.0000	12.72	YES
24	9566.33	15.40	0.00	0.0000	0.0000	15.35	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *secant pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 107 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 8 m di Depan *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{14}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
8	0.00	0.59	0.59	0.0051	0.0036	0.59	NO
8.5	0.00	1.34	1.34	0.0048	0.0034	1.34	NO
9.5	0.00	1.97	1.97	0.0041	0.0028	1.97	NO
10.5	0.00	12.34	12.34	0.0032	0.0022	12.34	NO
11.5	0.00	13.04	13.04	0.0022	0.0016	13.04	NO
12.5	0.00	13.74	13.74	0.0013	0.0010	13.74	NO
13.5	9566.33	11.58	14.44	0.0006	0.0006	17.64	NO
14.5	9566.33	8.49	15.14	0.0002	0.0002	10.65	YES
15.5	9566.33	8.08	15.84	0.0000	0.0000	8.26	YES
16.5	9566.33	8.65	16.54	-0.0001	0.0000	8.04	YES
17.5	9566.33	9.41	17.24	-0.0001	-0.0001	8.63	YES
18.5	9566.33	10.11	17.94	-0.0001	-0.0001	9.42	YES
19.5	9566.33	10.76	18.64	-0.0001	-0.0001	10.24	YES
20.5	9566.33	11.47	51.61	0.0000	0.0000	11.14	YES
21.5	9566.33	12.25	52.49	0.0000	0.0000	12.08	YES
22.5	9566.33	12.87	53.37	0.0000	0.0000	12.82	YES
23.5	9566.33	13.14	54.26	0.0000	0.0000	13.15	YES
24.5	9566.33	12.76	55.14	0.0000	0.0000	12.74	YES

Pada penggalian kedua dengan penambahan beban *ground displacement* pada balok pelat lantai -4,0 meter ini, terjadi 2 kali iterasi. Tabel 5.108 dan Tabel 5.109 menunjukkan hasil iterasi kedua.

Tabel 5. 108 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8 m di Belakang *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0010	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0020	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0029	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0046	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0051	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0053	0.0000	4.40	NO

Tabel 5. 1.08 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8 m di Belakang *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0053	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0046	0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0037	0.0001	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0033	0.0001	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0027	0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0018	0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0010	0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0005	0.0001	0.00	NO
15	9566.33	5.69	0.22	0.0001	0.0000	4.29	YES
16	9566.33	7.59	0.79	0.0000	0.0000	7.52	YES
17	9566.33	8.03	1.49	0.0000	0.0000	8.34	YES
18	9566.33	8.24	2.19	0.0000	0.0000	8.53	YES
19	9566.33	8.60	2.89	0.0000	0.0000	8.74	YES
20	9566.33	9.15	1.71	0.0000	0.0000	9.17	YES
21	9566.33	9.96	0.00	0.0000	0.0000	9.90	YES
22	9566.33	11.03	0.00	0.0000	0.0000	10.93	YES
23	9566.33	12.72	0.00	0.0000	0.0000	12.59	YES
24	9566.33	15.35	0.00	0.0000	0.0000	15.25	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 5. ntuk hasil iterasi ketiga di depan *secant pile*:

Tabel 5. 109 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8 m di Depan *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 m

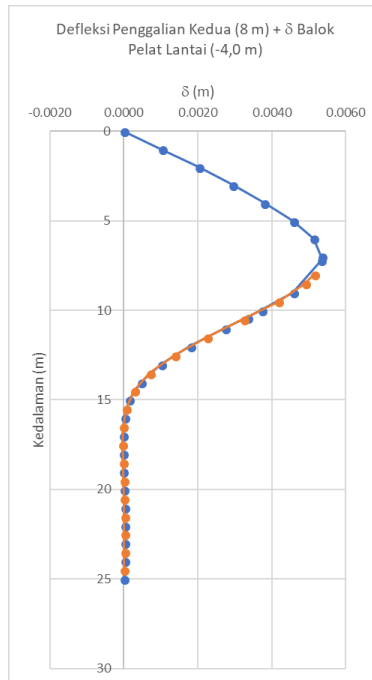
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
8	0.00	0.59	0.59	0.0051	0.0001	0.59	NO
8.5	0.00	1.34	1.34	0.0049	0.0001	1.34	NO
9.5	0.00	1.97	1.97	0.0042	0.0001	1.97	NO
10.5	0.00	12.34	12.34	0.0032	0.0001	12.34	NO
11.5	0.00	13.04	13.04	0.0023	0.0001	13.04	NO
12.5	0.00	13.74	13.74	0.0014	0.0001	13.74	NO
13.5	0.00	14.44	14.44	0.0007	0.0001	14.44	NO
14.5	9566.33	10.65	15.14	0.0003	0.0000	13.28	YES
15.5	9566.33	8.26	15.84	0.0001	0.0000	8.81	YES
16.5	9566.33	8.04	16.54	0.0000	0.0000	7.82	YES
17.5	9566.33	8.63	17.24	0.0000	0.0000	8.28	YES
18.5	9566.33	9.42	17.94	0.0000	0.0000	9.19	YES
19.5	9566.33	10.24	18.64	0.0000	0.0000	10.13	YES
20.5	9566.33	11.14	51.61	0.0000	0.0000	11.13	YES
21.5	9566.33	12.08	52.49	0.0000	0.0000	12.13	YES
22.5	9566.33	12.82	53.37	0.0000	0.0000	12.91	YES
23.5	9566.33	13.15	54.26	0.0000	0.0000	13.23	YES
24.5	9566.33	12.74	55.14	0.0000	0.0000	12.75	YES

Sehingga diperoleh nilai defleksi sebagai berikut:

Tabel 5. 110 Defleksi Iterasi 2 Galian 8 m +  $\delta$  Balok Pelat Lantai  
-4,0 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0000	8	0.0051
1	0.0010	8.5	0.0049
2	0.0020	9.5	0.0042
3	0.0029	10.5	0.0032
4	0.0038	11.5	0.0023
5	0.0046	12.5	0.0014
6	0.0051	13.5	0.0007
7	0.0053	14.5	0.0003
7.2	0.0053	15.5	0.0001
9	0.0046	16.5	0.0000
10	0.0037	17.5	0.0000
10.4	0.0033	18.5	0.0000
11	0.0027	19.5	0.0000
12	0.0018	20.5	0.0000
13	0.0010	21.5	0.0000
14	0.0005	22.5	0.0000
15	0.0001	23.5	0.0000
16	0.0000	24.5	0.0000
17	0.0000		
18	0.0000		
19	0.0000		
20	0.0000		
21	0.0000		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Untuk penggambaran defleksi yang terjadi pada *secant pile* dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. 50 Defleksi Penggalan Kedua (8 m) dan  $\delta$  Balok Pelat Lantai (4 m)

Setelah penggalan kedua ini, direncanakan pengecoran balok pelat lantai pada elevasi -7,2 meter. Oleh karena itu, nilai defleksi pada elevasi -7,2 meter digunakan untuk *beban displacement* saat penggalan ketiga.



c. Penggalian Ketiga (13,5 meter)

Pada penggalian ketiga ini, telah dilakukan pengecoran pelat lantai pada elevasi -4,0 dan -7,2 meter.



Gambar 5. 51 Permodelan *Secant Pile* 25 m (Penggalian Ketiga)

Untuk  $P_{\text{actual}}$  di depan *secant pile*, perlu dihitung dengan  $P_{\text{H-O}}$  yang terjadi pada penggalian sedalam 13,5 meter, perhitungan tekanan lateral sama seperti pada Tabel 5.27 Beban terpusat pada penggalian sedalam 13,5 meter sama seperti Tabel 5.28. Perhitungan  $P_{\text{actual}}$  yang bekerja pada penggalian ketiga adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 111  $P_{\text{actual}}$  di Depan *Secant Pile* untuk Penggalian Ketiga akibat Penggalian Kedua *Soldier Pile* 25 m

Kedalaman (m)	$P_{\text{H-O}}$ Galian 13.5m (t)	$P_{\text{H-max}}$ (t)	$P_{\text{actual}}$ dari Galian 8m (t)	$P_{\text{H-O}}$ (t)
13.5	0.09	5.45	0.09	5.45
14.5	0.70	11.43	3.33	3.33
15.5	1.40	12.13	1.95	1.95
16.5	2.10	12.83	1.88	1.88
17.5	2.80	13.53	2.45	2.45
18.5	3.50	14.23	3.26	3.26
19.5	4.20	14.93	4.09	4.09
20.5	4.99	47.89	4.98	4.98
21.5	5.87	48.78	5.93	5.93
22.5	6.76	49.66	6.84	6.84
23.5	7.64	50.54	7.72	7.72
24.5	8.52	51.43	8.53	8.53

Hasil defleksi yang terjadi pada iterasi pertama penggalian ketiga adalah:

Tabel 5. 112 Defleksi Iterasi 1 Galian 13,5 m + Balok Pelat  
Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_1$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0021
1	0.0001	14.5	0.0017
2	0.0001	15.5	0.0013
3	0.0001	16.5	0.0010
4	0.0000	17.5	0.0008
5	-0.0001	18.5	0.0006
6	-0.0002	19.5	0.0005
7	-0.0001	20.5	0.0005
7.2	0.0000	21.5	0.0004
9	0.0011	22.5	0.0003
10	0.0018	23.5	0.0002
10.4	0.0020	24.5	0.0001
11	0.0022		
12	0.0024		
13	0.0022		
14	0.0019		
15	0.0015		
16	0.0011		
17	0.0009		
18	0.0007		
19	0.0006		
20	0.0005		
21	0.0004		
22	0.0004		
23	0.0003		
24	0.0002		
25	0.0000		

Gaya aktual yang terjadi di belakang *secant pile* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. 113 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0001	-0.0010	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0001	-0.0019	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	-0.0029	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	-0.0038	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0001	-0.0047	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0002	-0.0053	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0001	-0.0054	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	-0.0053	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0011	-0.0034	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0018	-0.0019	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0020	-0.0013	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0022	-0.0005	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0024	0.0006	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0022	0.0012	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0019	0.0014	0.00	NO
15	9566.33	4.29	0.22	0.0015	0.0013	0.00	NO
16	9566.33	7.52	0.79	0.0011	0.0011	0.00	NO
17	9566.33	8.34	1.49	0.0009	0.0009	0.10	NO
18	9566.33	8.53	2.19	0.0007	0.0007	1.90	NO
19	9566.33	8.74	2.89	0.0006	0.0006	3.16	YES
20	9566.33	9.17	1.71	0.0005	0.0005	4.33	YES
21	9566.33	9.90	0.00	0.0004	0.0004	5.67	YES
22	9566.33	10.93	0.00	0.0004	0.0004	7.37	YES
23	9566.33	12.59	0.00	0.0003	0.0003	9.91	YES
24	9566.33	15.25	0.00	0.0002	0.0001	13.76	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk gaya aktual di depan *secant pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 114 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks ( $\text{t/m}^3$ )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0021	-0.0031	5.45	NO
14.5	9566.33	11.43	3.33	0.0017	-0.0032	19.20	NO
15.5	9566.33	12.13	1.95	0.0013	-0.0029	14.10	NO
16.5	9566.33	12.83	1.88	0.0010	-0.0023	11.19	YES
17.5	9566.33	13.53	2.45	0.0008	-0.0015	9.78	YES
18.5	9566.33	14.23	3.26	0.0006	-0.0007	9.29	YES
19.5	9566.33	14.93	4.09	0.0005	-0.0002	9.25	YES
20.5	9566.33	47.89	4.98	0.0005	0.0002	9.49	YES
21.5	9566.33	48.78	5.93	0.0004	0.0003	9.81	YES
22.5	9566.33	49.66	6.84	0.0003	0.0004	9.97	YES
23.5	9566.33	50.54	7.72	0.0002	0.0003	9.82	YES
24.5	9566.33	51.43	8.53	0.0001	0.0001	9.26	YES

Pada penggalian ketiga ini, iterasi terjadi sebanyak 5 kali. Hasil iterasi kelima ditunjukkan pada Tabel 5.116 dan Tabel 5.117 (iterasi kedua sampai keempat terlampir pada lampiran Tabel 56 sampai Tabel 61):

Tabel 5. 115 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 13,5 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks ( $\text{t/m}^3$ )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_5$ (m)	$\Delta\delta_{54}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0001	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0001	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0002	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0003	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0001	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0016	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0026	0.0000	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0030	0.0001	0.63	NO

Tabel 5. 116 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 13,5 m di Belakang  
*Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s4}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
11	0.00	0.00	0.00	0.0034	0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0039	0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0040	0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0038	0.0001	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0033	0.0002	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0026	0.0002	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0019	0.0002	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0012	0.0002	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0007	0.0001	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0003	0.0001	1.71	NO
21	9566.33	5.26	0.00	0.0001	0.0001	4.26	YES
22	9566.33	8.06	0.00	0.0000	0.0001	7.88	YES
23	9566.33	10.42	0.00	0.0000	0.0000	10.41	YES
24	9566.33	13.86	0.00	0.0000	0.0000	13.83	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di belakang *secant pile*:

Tabel 5. 116 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 13,5 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

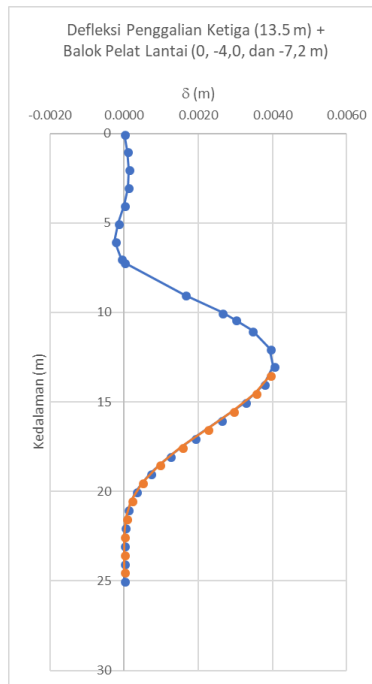
Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s4}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0039	0.0001	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0035	0.0001	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0029	0.0002	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0022	0.0002	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0016	0.0002	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0009	0.0002	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0005	0.0001	14.93	NO
20.5	9566.33	11.30	47.89	0.0002	0.0001	13.11	YES
21.5	9566.33	9.37	48.78	0.0000	0.0001	9.82	YES
22.5	9566.33	9.21	49.66	0.0000	0.0000	9.22	YES
23.5	9566.33	9.43	50.54	0.0000	0.0000	9.41	YES
24.5	9566.33	9.13	51.43	0.0000	0.0000	9.11	YES

Sehingga didapatkan nilai defleksi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 117 Defleksi Iterasi 5 Galian 13,5 m + Balok Pelat  
Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	$\delta_5$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_5$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0039
1	0.0001	14.5	0.0035
2	0.0001	15.5	0.0029
3	0.0001	16.5	0.0022
4	0.0000	17.5	0.0016
5	-0.0002	18.5	0.0009
6	-0.0003	19.5	0.0005
7	-0.0001	20.5	0.0002
7.2	0.0000	21.5	0.0000
9	0.0016	22.5	0.0000
10	0.0026	23.5	0.0000
10.4	0.0030	24.5	0.0000
11	0.0034		
12	0.0039		
13	0.0040		
14	0.0038		
15	0.0033		
16	0.0026		
17	0.0019		
18	0.0012		
19	0.0007		
20	0.0003		
21	0.0001		
22	0.0000		
23	0.0000		
24	0.0000		
25	0.0000		

Defleksi pada *secant pile* dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. 52 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan Balok Pelat Lantai (0, -4,0, dan -7,2 m)

Saat penggalan kedua telah terjadi defleksi pada elevasi -7,2 meter, sehingga saat pengecoran balok pelat lantai perlu dimasukkan *ground displacement*. Oleh karena itu, perlu dilakukan iterasi lagi dengan beban *ground displacement* pada posisi balok pelat lantai -4,0 meter dan -7,2 meter.

Hasil beban aktual yang telah terjadi setelah memasukkan beban *ground displacement* adalah:

Tabel 5. 118 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	0.0010	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0022	0.0020	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0031	0.0030	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0038	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0043	0.0045	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0047	0.0050	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0052	0.0053	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0053	0.0053	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0054	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0078	0.0052	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0081	0.0051	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0083	0.0049	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0084	0.0045	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0080	0.0040	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0073	0.0035	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0062	0.0029	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0049	0.0023	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0037	0.0018	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0025	0.0013	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0015	0.0008	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0007	0.0004	1.71	NO
21	9566.33	4.26	0.00	0.0003	0.0002	1.72	YES
22	9566.33	7.88	0.00	0.0000	0.0000	7.51	YES
23	9566.33	10.41	0.00	0.0000	0.0000	10.73	YES
24	9566.33	13.83	0.00	0.0000	0.0000	14.09	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Untuk hasil iterasi di depan *secant pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 119 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{15}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0077	0.0038	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0067	0.0032	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0056	0.0026	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0043	0.0021	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0031	0.0015	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0020	0.0010	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0011	0.0006	14.93	NO
20.5	9566.33	13.11	47.89	0.0005	0.0003	17.56	YES
21.5	9566.33	9.82	48.78	0.0001	0.0001	11.01	YES
22.5	9566.33	9.22	49.66	0.0000	0.0000	9.09	YES
23.5	9566.33	9.41	50.54	0.0000	0.0000	9.05	YES
24.5	9566.33	9.11	51.43	0.0000	0.0000	8.94	YES

Pada penggalian ketiga dengan penambahan beban *ground displacement* pada balok pelat lantai -4,0 dan -7,2 meter ini, dilakukan 2 kali iterasi. Tabel 5.120 dan Tabel 5.121 menunjukkan hasil iterasi kedua.

Tabel 5. 120 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0022	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0031	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0043	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0047	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0052	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0053	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0078	-0.0001	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0080	-0.0001	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0082	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0083	-0.0001	0.00	NO

Tabel 5. 120 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13	0.00	0.00	0.00	0.0079	-0.0002	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0070	-0.0002	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0059	-0.0002	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0047	-0.0003	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0034	-0.0003	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0022	-0.0003	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0012	-0.0003	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0005	-0.0002	1.71	NO
21	9566.33	1.72	0.00	0.0001	-0.0002	0.92	YES
22	9566.33	7.51	0.00	-0.0001	-0.0001	8.32	YES
23	9566.33	10.73	0.00	-0.0001	-0.0001	11.68	YES
24	9566.33	14.09	0.00	-0.0001	0.0000	14.62	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *secant pile*:

Tabel 5. 121 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0 dan -7,2 m

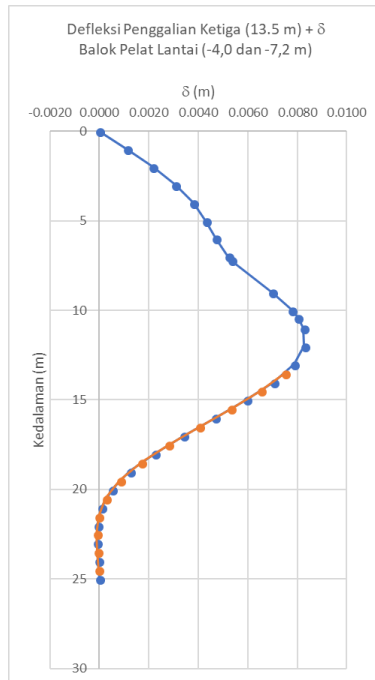
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0075	-0.0002	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0065	-0.0002	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0053	-0.0002	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0040	-0.0003	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0028	-0.0003	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0017	-0.0003	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0008	-0.0002	14.93	NO
20.5	9566.33	17.56	47.89	0.0003	-0.0002	20.00	YES
21.5	9566.33	11.01	48.78	0.0000	-0.0002	10.73	YES
22.5	9566.33	9.09	49.66	-0.0001	-0.0001	8.07	YES
23.5	9566.33	9.05	50.54	-0.0001	0.0000	8.25	YES
24.5	9566.33	8.94	51.43	0.0000	0.0000	8.65	YES

Hasil defleksi yang terjadi adalah:

Tabel 5. 122 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m +  $\delta$  Balok Pelat  
Lantai -4,0 dan -7,2 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0075
1	0.0011	14.5	0.0065
2	0.0022	15.5	0.0053
3	0.0031	16.5	0.0040
4	0.0038	17.5	0.0028
5	0.0043	18.5	0.0017
6	0.0047	19.5	0.0008
7	0.0052	20.5	0.0003
7.2	0.0053	21.5	0.0000
9	0.0070	22.5	-0.0001
10	0.0078	23.5	-0.0001
10.4	0.0080	24.5	0.0000
11	0.0082		
12	0.0083		
13	0.0079		
14	0.0070		
15	0.0059		
16	0.0047		
17	0.0034		
18	0.0022		
19	0.0012		
20	0.0005		
21	0.0001		
22	-0.0001		
23	-0.0001		
24	-0.0001		
25	0.0000		

Untuk penggambaran bentuk defleksi pada *secant pile* adalah sebagai berikut:



Gambar 5. 53 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan  $\delta$  Pelat Lantai (-4,0 dan -7,2 m)

Setelah penggalan ketiga selesai, dilakukan pengecoran balok pelat lantai pada elevasi -10,4 meter. Sehingga perlu dilihat hasil dari  $P$  actual jika terdapat 4 balok pelat lantai pada elevasi 0, -4,0 meter, -7,2 meter, dan -10,4 meter.



Gambar 5. 54 Permodelan *Secant Pile* 25 m (Penggalan Ketiga) + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 meter

Tabel 5. 123 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{min}}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	-0.0011	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	-0.0021	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	-0.0031	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	-0.0038	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0000	-0.0043	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0000	-0.0047	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0000	-0.0052	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	-0.0053	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0000	-0.0070	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0000	-0.0078	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0000	-0.0080	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0000	-0.0082	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0001	-0.0082	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0000	-0.0079	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	-0.0002	-0.0072	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	-0.0004	-0.0064	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	-0.0007	-0.0054	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	-0.0009	-0.0043	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	-0.0010	-0.0032	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	-0.0010	-0.0022	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0008	-0.0013	1.71	NO
21	9566.33	0.92	0.00	-0.0006	-0.0006	6.24	YES
22	9566.33	8.32	0.00	-0.0003	-0.0002	11.13	YES
23	9566.33	11.68	0.00	-0.0001	0.0000	12.70	YES
24	9566.33	14.62	0.00	0.0000	0.0000	14.78	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi ketiga di depan *secant pile*:

Tabel 5. 124 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	-0.0001	-0.0076	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	-0.0003	-0.0068	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	-0.0006	-0.0059	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	-0.0008	-0.0048	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	-0.0010	-0.0038	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	-0.0010	-0.0027	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	-0.0009	-0.0017	14.93	NO
20.5	9566.33	20.00	47.89	-0.0007	-0.0009	13.37	YES
21.5	9566.33	10.73	48.78	-0.0004	-0.0004	6.69	YES
22.5	9566.33	8.07	49.66	-0.0002	-0.0001	6.24	YES
23.5	9566.33	8.25	50.54	-0.0001	0.0000	7.74	YES
24.5	9566.33	8.65	51.43	0.0000	0.0000	8.58	YES

Saat pengecoran pelat lantai pada elevasi -10,4 meter, dilakukan 2 kali iterasi. Hasil iterasi kedua ditunjukkan pada Tabel 5.125 dan Tabel 5.126.

Tabel 5. 125 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0000	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0000	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0000	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0000	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0000	0.0000	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0000	0.0000	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0000	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	-0.0001	0.0000	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	-0.0004	0.0000	0.22	NO

Tabel 5. 125 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang  
*Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m  
 (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
16	0.00	0.79	0.79	-0.0006	0.0001	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	-0.0008	0.0001	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	-0.0009	0.0001	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	-0.0009	0.0001	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0008	0.0000	1.71	NO
21	9566.33	1.72	0.00	-0.0005	0.0000	6.80	YES
22	9566.33	7.51	0.00	-0.0003	0.0000	10.33	YES
23	9566.33	10.73	0.00	-0.0001	0.0000	11.89	YES
24	9566.33	14.09	0.00	0.0000	0.0000	14.39	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *secant pile*:

Tabel 5. 126 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Secant Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m

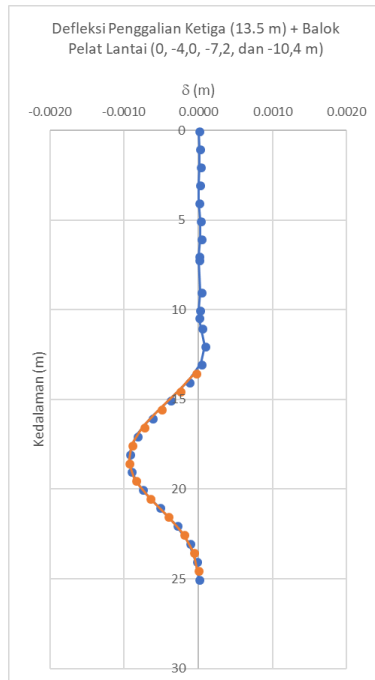
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0000	0.0000	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	-0.0003	0.0000	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	-0.0005	0.0001	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	-0.0007	0.0001	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	-0.0009	0.0001	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	-0.0009	0.0001	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	-0.0009	0.0001	14.93	NO
20.5	9566.33	17.56	47.89	-0.0007	0.0000	11.29	YES
21.5	9566.33	11.01	48.78	-0.0004	0.0000	7.07	YES
22.5	9566.33	9.09	49.66	-0.0002	0.0000	7.17	YES
23.5	9566.33	9.05	50.54	-0.0001	0.0000	8.38	YES
24.5	9566.33	8.94	51.43	0.0000	0.0000	8.80	YES

Tabel 5. 127 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m + Balok Pelat  
Lantai 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0000
1	0.0000	14.5	-0.0003
2	0.0000	15.5	-0.0005
3	0.0000	16.5	-0.0007
4	0.0000	17.5	-0.0009
5	0.0000	18.5	-0.0009
6	0.0000	19.5	-0.0009
7	0.0000	20.5	-0.0007
7.2	0.0000	21.5	-0.0004
9	0.0000	22.5	-0.0002
10	0.0000	23.5	-0.0001
10.4	0.0000	24.5	0.0000
11	0.0000		
12	0.0001		
13	0.0000		
14	-0.0001		
15	-0.0004		
16	-0.0006		
17	-0.0008		
18	-0.0009		
19	-0.0009		
20	-0.0008		
21	-0.0005		
22	-0.0003		
23	-0.0001		
24	0.0000		
25	0.0000		



Bentuk defleksi yang terjadi pada *secant pile* ditunjukkan pada grafik berikut:



Gambar 5. 55 Defleksi Penggalian Ketiga (13,5 m) dan Balok Pelat Lantai (0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m)

Setelah penggalian ketiga selesai dan adanya defleksi pada pelat lantai -4,0 dan -7,2 meter, pada elevasi -10,4 meter telah terdapat nilai defleksi juga. Sehingga defleksi pada elevasi -10,4 meter perlu dimasukkan sebagai beban *ground displacement* saat pengecoran pelat lantai. P actual yang terjadi setelah dimasukkan *ground displacement* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 128 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Belakang  
*Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	0.0011	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0022	0.0021	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0031	0.0031	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0038	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0043	0.0043	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0047	0.0047	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0052	0.0052	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0053	0.0053	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0069	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0078	0.0078	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0080	0.0080	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0083	0.0082	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0084	0.0083	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0080	0.0080	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0072	0.0074	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0062	0.0066	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0050	0.0057	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0038	0.0046	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0027	0.0036	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0017	0.0026	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0010	0.0017	1.71	NO
21	9566.33	6.80	0.00	0.0005	0.0010	2.16	YES
22	9566.33	10.33	0.00	0.0002	0.0005	8.12	YES
23	9566.33	11.89	0.00	0.0001	0.0002	10.83	YES
24	9566.33	14.39	0.00	0.0000	0.0001	13.92	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk  $P$  aktual di depan *secant pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 129 Hasil  $P_{\text{aktual}}$  Iterasi 1 Galian 13,5 m di Depan *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_1$ (m)	$\Delta\delta_{12}$ (m)	$P_{\text{aktual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 2
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0077	0.0077	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0068	0.0070	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0056	0.0061	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0044	0.0052	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0032	0.0041	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0022	0.0031	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0013	0.0021	14.93	NO
20.5	9566.33	11.29	47.89	0.0007	0.0013	17.88	YES
21.5	9566.33	7.07	48.78	0.0003	0.0007	10.27	YES
22.5	9566.33	7.17	49.66	0.0002	0.0004	8.67	YES
23.5	9566.33	8.38	50.54	0.0001	0.0001	9.07	YES
24.5	9566.33	8.80	51.43	0.0000	0.0000	8.99	YES

Terjadi 2 kali iterasi saat memasukkan beban *ground displacement*. Hasil iterasi kedua ditunjukkan Tabel 5.130 dan Tabel 5.131.

Tabel 5. 130 Hasil  $P_{\text{aktual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{aktual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0022	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0031	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0043	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0047	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0052	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0053	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0078	0.0000	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0080	0.0000	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0082	0.0000	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0083	-0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0079	-0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0071	-0.0002	0.00	NO

Tabel 5. 130 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang  
*Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m  
 (lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
15	0.00	0.22	0.22	0.0060	-0.0003	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0047	-0.0003	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0034	-0.0004	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0022	-0.0004	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0013	-0.0004	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0005	-0.0004	1.71	NO
21	9566.33	2.16	0.00	0.0001	-0.0004	1.09	YES
22	9566.33	8.12	0.00	-0.0001	-0.0003	8.67	YES
23	9566.33	10.83	0.00	-0.0001	-0.0002	11.60	YES
24	9566.33	13.92	0.00	0.0000	-0.0001	14.35	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Untuk hasil iterasi di depan *secant pile*:

Tabel 5. 131 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Secant Pile* +  $\delta$  Balok Pelat Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m

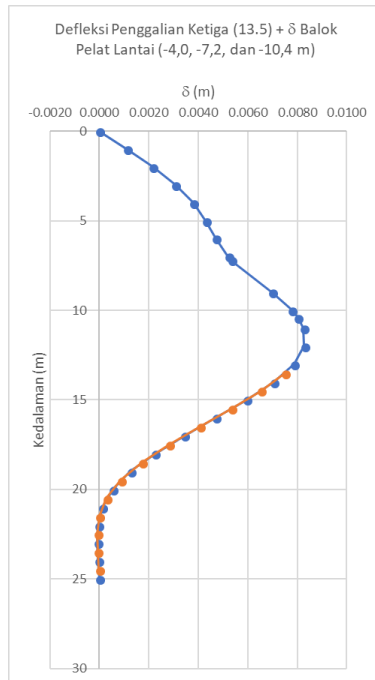
Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0075	-0.0002	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0065	-0.0002	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0053	-0.0003	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0041	-0.0004	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0028	-0.0004	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0017	-0.0004	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0009	-0.0004	14.93	NO
20.5	9566.33	17.88	47.89	0.0003	-0.0004	20.60	YES
21.5	9566.33	10.27	48.78	0.0000	-0.0003	10.27	YES
22.5	9566.33	8.67	49.66	-0.0001	-0.0002	7.87	YES
23.5	9566.33	9.07	50.54	-0.0001	-0.0001	8.41	YES
24.5	9566.33	8.99	51.43	0.0000	0.0000	8.74	YES

Didapatkan nilai defleksi tabel di bawah ini:

Tabel 5. 132 Defleksi Iterasi 2 Galian 13,5 m +  $\delta$  Balok Pelat  
Lantai -4,0, -7,2, dan -10,4 m

Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)	Kedalaman (m)	$\delta_2$ (m)
0	0.0000	13.5	0.0075
1	0.0011	14.5	0.0065
2	0.0022	15.5	0.0053
3	0.0031	16.5	0.0041
4	0.0038	17.5	0.0028
5	0.0043	18.5	0.0017
6	0.0047	19.5	0.0009
7	0.0052	20.5	0.0003
7.2	0.0053	21.5	0.0000
9	0.0070	22.5	-0.0001
10	0.0078	23.5	-0.0001
10.4	0.0080	24.5	0.0000
11	0.0082		
12	0.0083		
13	0.0079		
14	0.0071		
15	0.0060		
16	0.0047		
17	0.0034		
18	0.0022		
19	0.0013		
20	0.0005		
21	0.0001		
22	-0.0001		
23	-0.0001		
24	0.0000		
25	0.0000		

Penggambaran defleksi yang terjadi pada *secant pile* ditunjukkan pada grafik berikut:



Gambar 5. 56 Defleksi Penggalan Ketiga (13,5 m) dan  $\delta$  Balok Pelat Lantai (-4,0, -7,2 dan -10,4 m)

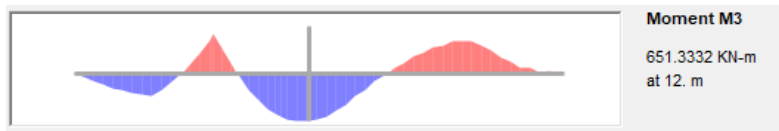
Pada iterasi terakhir penggalan ketiga di atas, dapat diketahui bahwa nilai defleksi maksimum pada elevasi -12,0 m adalah sebesar 0,0083 m atau 8,4 mm. Dimana defleksi maksimum yang terjadi ( $\delta_{\max}$ ) lebih kecil dari defleksi ijin ( $\delta_{\text{ijin}}$ ) sebesar 1 inch. Sehingga perencanaan ini dapat digunakan.

## 2. Perencanaan Dimensi *Secant Pile*

Perencanaan ulang penulangan *soldier pile* berupa penulangan longitudinal dan transversal. Untuk penulangan longitudinal didapatkan dari perencanaan menggunakan program bantu spColumn, dengan memasukkan nilai momen maksimum dari SAP2000. Sedangkan penulangan transversal menggunakan perhitungan manual dari nilai geser maksimum ( $V_u$ ) yang diperoleh dari SAP2000.

### a. Perencanaan Tulangan Longitudinal

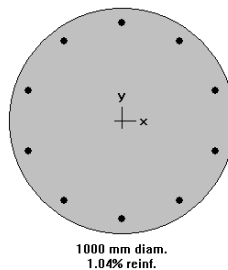
Momen maksimum didapatkan dari momen maksimum yang terjadi pada iterasi galian 13,5 meter +  $\delta$  *Strut* 4 dan 9 meter. Pada program bantu SAP2000, dapat diketahui:



Gambar 5. 57 Momen Maksimum Alternatif *Secant Pile*

Momen maksimum yang didapatkan dimasukkan kedalam program spColumn, untuk mendapatkan dimensi tulangan longitudinal.

Pada program spColumn, diperoleh tulangan longitudinal untuk *soldier pile* pada gambar berikut:

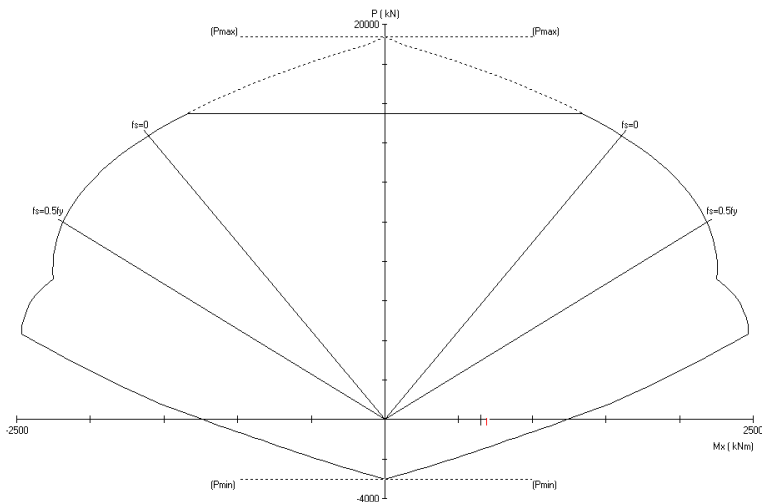


Gambar 5. 58 Penulangan Alternatif *Secant Pile*

Parameter perencanaan *secant pile* yang digunakan adalah:

Diameter <i>secant pile</i>	= 1 meter
Mutu beton ( $f'_c$ )	= 40 MPa
Mutu tulangan ( $f_y$ )	= 410 MPa
Diameter tulangan	= 32 mm
Banyak tulangan	= 10 buah

Diagram interaksi *soldier pile* pada spColumn ditunjukkan pada gambar berikut:

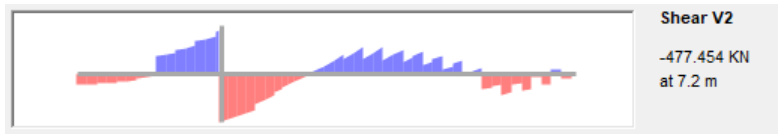


Gambar 5. 59 Diagram Interaksi Alternatif *Secant Pile*

#### b. Perencanaan Tulangan Transversal

Gaya geser maksimum diperoleh dari hasil iterasi galian 13,5 meter +  $\delta$  pelat lantai -4,0, -7,2 dan -10,4 meter. Pada SAP2000, diperoleh gaya geser maksimum yang ditunjukkan pada gambar berikut:





Gambar 5. 60 Gaya Geser Maksimum Alternatif *Secant Pile*

Perhitungan penulangan transversal menurut SNI 2013 pasal 11.1.1, desain penampang yang dikenai geser harus didasarkan pada persamaan 11-1, yaitu:

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d; \quad \text{untuk beton normal, } \lambda = 1 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{40} \times \frac{1}{4} \pi D_{\text{secantpile}}^2 \\ &= 0,17 \times 1 \times \sqrt{40} \times \frac{1}{4} \pi (1000)^2 \\ &= 844440 \text{ N} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan transversal (sengkang) spiral D13 dengan jarak 200 mm.

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v \times f_y \times D}{s} \\ A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \pi 13^2 \\ &= 265,46 \text{ mm}^2 \\ d &= 1000 - 40 - 13 - 0,5 \times 32 \\ &= 931 \text{ mm} \\ f_y &= 410 \text{ MPa} \\ V_s &= \frac{265,46 \times 410 \times 931}{200} \\ &= 506652,42 \text{ N} \\ V_n &= 844440 + 506652,42 \\ &= 1351092,42 \text{ N} \\ &= 1351,09 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cek terhadap  $\phi V_n \geq V_u$ ,

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$0,75 \times 1351,09 \geq 477,454$$

$$1013,32 \text{ KN} \geq 477,454 \text{ KN (OK)}$$

Karena  $\phi V_n \geq V_u$ , maka desain tulangan transversal dapat digunakan untuk menahan gaya geser yang terjadi.

### 3. Perencanaan Dimensi Balok Penahan *Secant Pile*

Pada perencanaan balok ini digunakan reaksi pada setiap *joint* dimana pelat lantai direncanakan. Terdapat 4 jenis balok penahan pada elevasi -0, -4,0 m, -7,2 m, dan -10,4 m.

1) Balok Penahan Pada Elevasi 0 meter

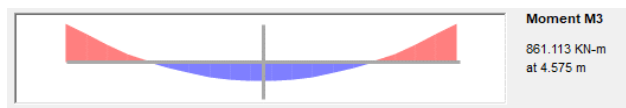
$$L = 9150 \text{ mm}$$

$$\text{Mu tumpuan} = -1736,658 \text{ KNm}$$



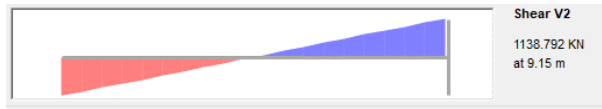
Gambar 5. 61 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan *Secant Pile* Elevasi 0 m

$$\text{Mu lapangan} = 183,2915 \text{ KN.m}$$



Gambar 5. 62 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan *Secant Pile* Elevasi 0 m

$$V_u = 179,2763 \text{ KN}$$



Gambar 5. 63 Geser Maksimum Balok Penahan *Secant Pile*  
Elevasi 0 m

$$\begin{aligned} f'_c &= 40 \text{ Mpa} \\ f_y &= 410 \text{ Mpa} \\ \text{Tulangan longitudinal} &= 22 \text{ mm} \\ \text{As tulangan long.} &= 380,13 \text{ mm}^2 \\ \text{Tulangan transversal} &= 13 \text{ mm} \\ \text{As tulangan trans} &= 132,73 \text{ mm}^2 \\ b &= 1000 \text{ mm} \\ h &= 600 \text{ mm} \\ \text{Decking} &= 40 \text{ mm} \\ d &= h - (\text{decking} + \varnothing \text{senggang} + \frac{1}{2} \varnothing \text{lentur}) \\ &= 536 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan balok penahan *secant pile* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Tulangan Negatif Tumpuan

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \frac{(f'_c - 28)}{7} \\ &= 0,85 - 0,05 \frac{(40 - 28)}{7} \\ &= 0,764 \\ \rho_b &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 0,764 \times 40}{410} \left( \frac{600}{600 + 410} \right) \\ &= 0,037 \\ \rho_{\max} &= 0,75 \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,037 \\ &= 0,028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0.025 \text{ (menentukan)} \\ \rho_{\min} &= \frac{0.25 \times \sqrt{f'c}}{f_y} \\ &= \frac{0.25 \times \sqrt{40}}{410} \\ &= 0.0038 \text{ (menentukan)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= \frac{1.4}{f_y} \\ &= \frac{1.4}{410} \\ &= 0.0034\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m &= \frac{f_y}{0.85 \frac{f'c}{410}} \\ &= \frac{f_y}{0.85 \times 40} \\ &= 12.06\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\ &= \frac{1562992200}{0.9 \times 1000 \times 536^2} \\ &= 4.82 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{12.06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12.06 \times 4.82}{410}} \right) \\ &= 0.012\end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0.012$ , karena memenuhi  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0.012 \times 1000 \times 536 \\ &= 6831.55 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\ &= \frac{6831.55}{380.13} \\ &= 17.8 \approx 18 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{n - 1}\end{aligned}$$

$$= \frac{1000 - 18 \times 22 - 2 \times 536 - 2 \times 13}{18 - 1}$$

$$= 26,67 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}$$

Maka, tulangan negatif tumpuan yang dipakai adalah 18D22.

b. Perhitungan Tulangan Positif Tumpuan

$$\begin{aligned} \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\ &= \frac{1}{2} \times 6831,55 \\ &= 3415,78 \text{ mm}^2 \\ n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\ &= \frac{3415,78}{380,13} \\ &= 8,99 \approx 9 \text{ buah} \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif tumpuan yang dipakai adalah 9D22.

c. Perhitungan Tulangan Positif Lapangan

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\ &= \frac{775001700}{0,9 \times 1000 \times 536^2} \\ &= 2,39 \text{ N/mm}^2 \\ \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 2,39}{410}} \right) \\ &= 0,006 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0,006$ , karena memenuhi  $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,006 \times 1000 \times 536 \\ &= 3425,57 \text{ mm}^2 \\ n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\ &= \frac{3425,57}{380,13} \\ &= 8,54 \approx 9 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{n - 1} \\
 &= \frac{1000 - 9 \times 22 - 2 \times 536 - 2 \times 13}{9 - 1} \\
 &= 37,67 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif lapangan yang dipakai adalah 9D22.

d. Perhitungan Tulangan Negatif Lapangan

$$\begin{aligned}
 \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\
 &= \frac{1}{2} \times 3425,57 \\
 &= 1622,78 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{1622,78}{380,13} \\
 &= 4,27 \approx 5 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif lapangan yang dipakai adalah 5D22.

e. Perhitungan Tulangan Transversal/Geser

$$\begin{aligned}
 V_u &= 1138,79 \text{ KN} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{40} \times 1000 \times 536 \\
 &= 564,99 \text{ KN} \\
 V_{smin} &= \frac{1}{3} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 1000 \times 536 \\
 &= 178,67
 \end{aligned}$$

Perlu dilakukan pengecekan geser masuk dalam kategori apa, dan pada jarak berapa perlu dipasang sengkang. Terdapat 6 kondisi pengecekan, yaitu:

1.  $V_u \leq 0,5\phi V_c$  (NOT OK)
2.  $0,5\phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600 \text{ mm}$  (NOT OK)

3.  $\phi V_c \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{smin})$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
4.  $\phi(V_c + V_{smin}) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (OK)
5.  $\phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/4$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
6.  $V_u \geq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  (NOT OK)

Kebutuhan geser termasuk dalam kondisi 4 yang membutuhkan tulangan geser dengan  $S_{min} = d/2$

$$S_{min} = \frac{d}{2} = 268 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

$$A_v = n \times A_s \text{ D13, direncanakan 2D13} \\ = 2 \times 132,73 = 265,47 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_{smin}} \\ = \frac{265,46 \times 410 \times 536}{178,67 \times 1000} \\ = 326,52 \text{ mm} > S_{min} = 250 \text{ mm}$$

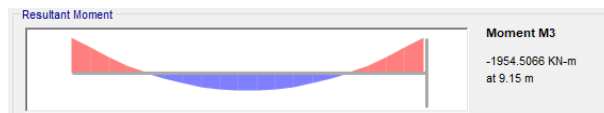
$$S_{pakai} = 250 \text{ mm}$$

Maka, tulangan geser yang dipakai adalah 2D13-250 mm.

## 2) Balok Penahan Pada Elevasi 4 meter

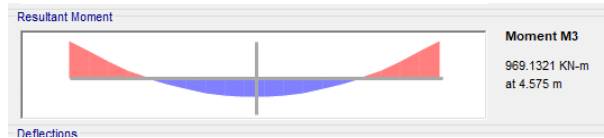
$$L = 9150 \text{ mm}$$

$$\text{Mu tumpuan} = -1954,51 \text{ KNm}$$



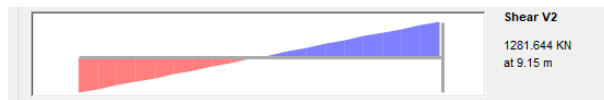
Gambar 5. 64 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan  
*Secant Pile* Elevasi -4,0 m

$$\mu_{\text{lapangan}} = 969,13 \text{ KN.m}$$



Gambar 5. 65 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan *Secant Pile* Elevasi -4,0 m

$$V_u = 969,13 \text{ KN}$$



Gambar 5. 66 Geser Maksimum Balok Penahan *Secant Pile* Elevasi -4,0 m

$$\begin{aligned} f'_c &= 40 \text{ Mpa} \\ f_y &= 410 \text{ Mpa} \\ \text{Tulangan longitudinal} &= 22 \text{ mm} \\ \text{As tulangan long.} &= 380,13 \text{ mm}^2 \\ \text{Tulangan transversal} &= 13 \text{ mm} \\ \text{As tulangan trans} &= 132,73 \text{ mm}^2 \\ b &= 1000 \text{ mm} \\ h &= 700 \text{ mm} \\ \text{Decking} &= 40 \text{ mm} \\ d &= h - (\text{decking} + \varnothing_{\text{senggang}} + \frac{1}{2} \varnothing_{\text{lentur}}) \\ &= 636 \text{ mm} \end{aligned}$$



Perhitungan penulangan balok penahan *secant pile* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Tulangan Negatif Tumpuan

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\
 &= \frac{1759059000}{0.9 \times 1000 \times 636^2} \\
 &= 3,99 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 3,99}{410}} \right) \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0,01$ , karena memenuhi  $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,01 \times 1000 \times 636 \\
 &= 6600,52 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{6600,52}{380,13} \\
 &= 17,36 \approx 18 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{n - 1} \\
 &= \frac{1000 - 18 \times 22 - 2 \times 636 - 2 \times 13}{18 - 1} \\
 &= 26,67 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif tumpuan yang dipakai adalah 18D22.

b. Perhitungan Tulangan Positif Tumpuan

$$\begin{aligned}
 \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\
 &= \frac{1}{2} \times 6600,52 \\
 &= 3300,26 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$n \text{ (jumlah)} = \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3300,26}{380,13} \\
 &= 8,68 \approx 9 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif tumpuan yang dipakai adalah 9D22.

c. Perhitungan Tulangan Positif Lapangan

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\
 &= \frac{872217000}{0,9 \times 1000 \times 636^2} \\
 &= 1,98 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2x m x R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 1,98}{410}} \right) \\
 &= 0,005
 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0,005$ , karena memenuhi  $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,005 \times 1000 \times 636 \\
 &= 3162,86 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{3162,86}{380,13} \\
 &= 8,32 \approx 9 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n x \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{\frac{n-1}{1000 - 9x22 - 2x636 - 2x13}} \\
 &= \frac{1000 - 9x22 - 2x636 - 2x13}{9-1} \\
 &= 37,67 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif lapangan yang dipakai adalah 9D22.

d. Perhitungan Tulangan Negatif Lapangan

$$\begin{aligned}
 \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\
 &= \frac{1}{2} \times 3162,86 \\
 &= 1581,43 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{As \text{ perlu}}{As \text{ tulangan}} \\
 &= \frac{1581,43}{380,13} \\
 &= 4,16 \approx 5 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif lapangan yang dipakai adalah 5D22.

e. Perhitungan Tulangan Transversal/Geser

$$V_u = 1281,64 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{40} \times 1000 \times 636 \\
 &= 670,4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{smin} &= \frac{1}{3} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 1000 \times 636 \\
 &= 212 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Perlu dilakukan pengecekan geser masuk dalam kategori apa, dan pada jarak berapa perlu dipasang sengkang. Terdapat 6 kondisi pengecekan, yaitu:

1.  $V_u \leq 0,5\phi V_c$  (NOT OK)
2.  $0,5\phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
3.  $\phi V_c \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{smin})$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
4.  $\phi(V_c + V_{smin}) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (OK)
5.  $\phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/4$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
6.  $V_u \geq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  (NOT OK)

Kebutuhan geser termasuk dalam kondisi 4 yang membutuhkan tulangan geser dengan  $S_{min} = d/2$

$$S_{\min} = \frac{d}{2} \\ = 318 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

$$A_v = n \times A_s \text{ D13, direncanakan 2D13} \\ = 2 \times 132,73 \\ = 265,47 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_s \min} \\ = \frac{265,46 \times 410 \times 636}{212 \times 1000} \\ = 326,52 \text{ mm} > S_{\min} = 300 \text{ mm}$$

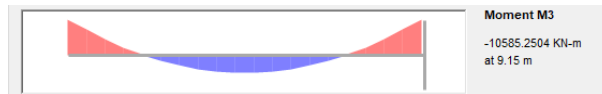
$$S_{\text{pakai}} = 300 \text{ mm}$$

Maka, tulangan geser yang dipakai adalah 2D13-300 mm.

3) Balok Penahan Pada Elevasi -7,2 meter

$$L = 9150 \text{ mm}$$

$$Mu \text{ tumpuan} = -10585,25 \text{ KNm}$$



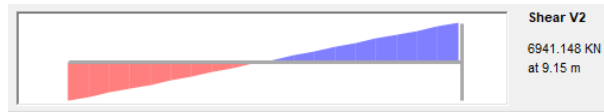
Gambar 5. 67 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan  
*Secant Pile* Elevasi -7,2 m

$$Mu \text{ lapangan} = 5248,64 \text{ KN.m}$$



Gambar 5. 68 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan  
*Secant Pile* Elevasi -7,2 m

$$V_u = 6941,148 \text{ KN}$$



Gambar 5. 69 Geser Maksimum Balok Penahan *Secant Pile*  
Elevasi 0 m

$$\begin{aligned} f'_c &= 40 \text{ Mpa} \\ f_y &= 410 \text{ Mpa} \\ \text{Tulangan longitudinal} &= 22 \text{ mm} \\ \text{As tulangan long.} &= 380,13 \text{ mm}^2 \\ \text{Tulangan transversal} &= 13 \text{ mm} \\ \text{As tulangan trans} &= 132,73 \text{ mm}^2 \\ b &= 2000 \text{ mm} \\ h &= 1750 \text{ mm} \\ \text{Decking} &= 40 \text{ mm} \\ d &= h - (\text{decking} + \emptyset \text{senggang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{lentur}) \\ &= 1686 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan balok penahan *secant pile* adalah sebagai berikut:

#### a. Perhitungan Tulangan Negatif Tumpuan

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{bd^2} \\ &= \frac{9526725000}{0,9 \times 2000 \times 1686^2} \\ &= 1,73 \text{ N/mm}^2 \\ \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2x m R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 1,73}{410}} \right) \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0,004$ , karena memenuhi  $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,004 \times 2000 \times 1686 \\
 &= 12594,3 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{12594,3}{380,13} \\
 &= 38,39 \approx 39 \text{ buah} \\
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{n - 1} \\
 &= \frac{2000 - 39 \times 22 - 2 \times 1686 - 2 \times 13}{39 - 1} \\
 &= 25,56 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif tumpuan yang dipakai adalah 39D22.

#### **b. Perhitungan Tulangan Positif Tumpuan**

$$\begin{aligned}
 \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\
 &= \frac{1}{2} \times 12594,3 \\
 &= 7297,14 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{7297,14}{380,13} \\
 &= 19,2 \approx 20 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif tumpuan yang dipakai adalah 20D22.

#### **c. Perhitungan Tulangan Positif Lapangan**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\
 &= \frac{4723776000}{0,9 \times 2000 \times 1686^2} \\
 &= 0,86 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 0,86}{410}} \right) \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\min} = 0,0034$ , karena memenuhi  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0034 \times 2000 \times 1686 \\
 &= 11514,1 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{11514,1}{380,13} \\
 &= 30,29 \approx 31 \text{ buah} \\
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{n - 1} \\
 &= \frac{2000 - 31 \times 22 - 2 \times 1686 - 2 \times 13}{31 - 1} \\
 &= 30,08 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif lapangan yang dipakai adalah 31D22.

d. Perhitungan Tulangan Negatif Lapangan

$$\begin{aligned}
 \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\
 &= \frac{1}{2} \times 11514,1 \\
 &= 5757,07 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{5757,07}{380,13} \\
 &= 15,14 \approx 16 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif lapangan yang dipakai adalah 16D22.

e. Perhitungan Tulangan Transversal/Geser

$$\begin{aligned}
 V_u &= 6941,15 \text{ KN} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{40} \times 2000 \times 1686 \\
 &= 3554,4 \text{ KN} \\
 V_{smin} &= \frac{1}{3} \times b_w \times d
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{3} \times 2000 \times 1686$$

$$= 1124$$

Perlu dilakukan pengecekan geser masuk dalam kategori apa, dan pada jarak berapa perlu dipasang sengkang. Terdapat 6 kondisi pengecekan, yaitu:

1.  $V_u \leq 0,5\phi V_c$  (NOT OK)
2.  $0,5\phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
3.  $\phi V_c \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{smin})$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
4.  $\phi(V_c + V_{smin}) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (OK)
5.  $\phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/4$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
6.  $V_u \geq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  (NOT OK)

Kebutuhan geser termasuk dalam kondisi 4 yang membutuhkan tulangan geser dengan  $S_{min} = d/2$

$$S_{min} = \frac{d}{2}$$

$$= 843 \text{ mm} \approx 800 \text{ mm}$$

$$A_v = n \times A_s \text{ D13, direncanakan 2D13}$$

$$= 2 \times 132,73$$

$$= 265,47 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_{smin}}$$

$$= \frac{265,46 \times 410 \times 1686}{1124 \times 1000}$$

$$= 163,26 \text{ mm} < S_{min} = 800 \text{ mm}$$

$$S_{pakai} = 163,26 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

Maka, tulangan geser yang dipakai adalah 2D13-150 mm.



## 4) Balok Penahan Pada Elevasi -10,4 meter

$$L = 9150 \text{ mm}$$

$$\text{Mu tumpuan} = -212,81 \text{ KNm}$$



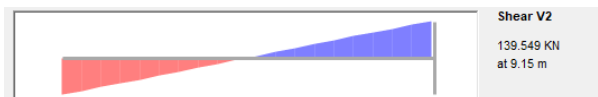
Gambar 5. 70 Momen Tumpuan Maksimum Balok Penahan  
*Secant Pile* Elevasi -10,4 m

$$\text{Mu lapangan} = 105,52 \text{ KNm}$$



Gambar 5. 71 Momen Lapangan Maksimum Balok Penahan  
*Secant Pile* Elevasi -10,4 m

$$V_u = 139,55 \text{ KN}$$



Gambar 5. 72 Geser Maksimum Balok Penahan *Secant Pile*  
Elevasi -10,4 m

$$f'_c = 40 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 410 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tulangan longitudinal} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{As tulangan long.} = 380,13 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan transversal} = 13 \text{ mm}$$

$$\text{As tulangan trans} = 132,73 \text{ mm}^2$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 h &= 300 \text{ mm} \\
 \text{Decking} &= 40 \text{ mm} \\
 d &= h - (\text{decking} + \emptyset \text{senggang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{lentur}) \\
 &= 236 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan balok penahan *secant pile* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Tulangan Negatif Tumpuan

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\
 &= \frac{191529000}{0.9 \times 350 \times 236^2} \\
 &= 6,76 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 6,76}{410}} \right) \\
 &= 0,019
 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0,019$ , karena memenuhi  $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,019 \times 350 \times 236 \\
 &= 1532,49 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{1532,49}{380,13} \\
 &= 4,03 \approx 5 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{n - 1} \\
 &= \frac{350 - 5 \times 22 - 2 \times 236 - 2 \times 13}{5 - 1} \\
 &= 25,8 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif tumpuan yang dipakai adalah 5D22.

## b. Perhitungan Tulangan Positif Tumpuan

$$\begin{aligned}
 \text{As.min} &= \frac{1}{2} \times \text{As} \\
 &= \frac{1}{2} \times 1532,49 \\
 &= 766,25 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{766,25}{380,13} \\
 &= 2,02 \approx 3 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif tumpuan yang dipakai adalah 3D22.

## c. Perhitungan Tulangan Positif Lapangan

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b d^2} \\
 &= \frac{94968000}{0,9 \times 350 \times 236^2} \\
 &= 3,35 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2x m R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{12,06} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,06 \times 3,35}{410}} \right) \\
 &= 0,009
 \end{aligned}$$

Maka dipakai digunakan  $\rho_{\text{pakai}} = 0,009$ , karena memenuhi  $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{max}}$ . Kemudian dihitung kebutuhan tulangan.

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,009 \times 350 \times 236 \\
 &= 711,86 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan}} \\
 &= \frac{711,86}{380,13} \\
 &= 1,87 \approx 2 \text{ buah} \\
 \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b - n \times \emptyset L - 2d - 2\emptyset S}{\frac{n-1}{2-1}} \\
 &= \frac{350 - 2 \times 22 - 2 \times 236 - 2 \times 13}{2-1} \\
 &= 39 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan positif lapangan yang dipakai adalah 2D22.

**d. Perhitungan Tulangan Negatif Lapangan**

$$\begin{aligned}
 A_{s.min} &= \frac{1}{2} \times A_s \\
 &= \frac{1}{2} \times 711,86 \\
 &= 355,93 \text{ mm}^2 \\
 n \text{ (jumlah)} &= \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ tulangan}}} \\
 &= \frac{355,93}{380,13} \\
 &= 0,94 \approx 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan negatif lapangan yang dipakai adalah 1D22.

**e. Perhitungan Tulangan Transversal/Geser**

$$\begin{aligned}
 V_u &= 139,55 \text{ KN} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{40} \times 350 \times 236 \\
 &= 87,07 \text{ KN} \\
 V_{smin} &= \frac{1}{3} \times b_w \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 350 \times 236 \\
 &= 27,53 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Perlu dilakukan pengecekan geser masuk dalam kategori apa, dan pada jarak berapa perlu dipasang sengkang. Terdapat 6 kondisi pengecekan, yaitu:

1.  $V_u \leq 0,5\phi V_c$  (NOT OK)
2.  $0,5\phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)
3.  $\phi V_c \leq V_u \leq \phi(V_c + V_{smin})$ , dengan  $S_{max} < d/2$  atau  $S_{max} < 600\text{mm}$  (NOT OK)

4.  $\phi(V_c + V_{smin}) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  $S_{max} < d/2$   
atau  $S_{max} < 600 \text{ mm}$  (OK)
5.  $\phi(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d) \leq V_u \leq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  dengan  
 $S_{max} < d/4$  atau  $S_{max} < 600 \text{ mm}$  (NOT OK)
6.  $V_u \geq \phi(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$  (NOT OK)

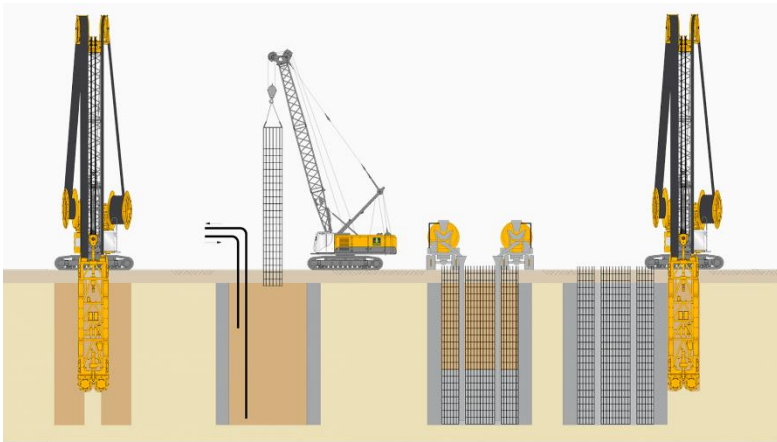
Kebutuhan geser termasuk dalam kondisi 4 yang membutuhkan tulangan geser dengan  $S_{min} = d/2$

$$\begin{aligned}
 S_{min} &= \frac{d}{2} \\
 &= 118 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm} \\
 A_v &= n \times A_s \text{ D13, direncanakan 2D13} \\
 &= 2 \times 132,73 \\
 &= 265,47 \text{ mm}^2 \\
 S &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_{smin}} \\
 &= \frac{265,46 \times 410 \times 236}{27,53 \times 1000} \\
 &= 932,92 \text{ mm} > S_{min} = 100 \text{ mm} \\
 S_{pakai} &= 100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka, tulangan geser yang dipakai adalah 2D13-100 mm.

### 5.5 Alternatif Dinding Penahan Tanah *Diaphragm Wall*

Alternatif dinding penahan tanah lain yang dapat digunakan adalah *diaphragm wall*. Namun struktur *diaphragm wall* berbentuk persegi memanjang. Sehingga *diaphragm wall* dapat digunakan sekaligus untuk dinding *basement*. Hal tersebut membuat *diaphragm wall* tidak cocok digunakan untuk tanah berjenis lempung. Lokasi tanah *One East Residence Apartment* dominan berjenis tanah lempung.



Gambar 5. 73 *Diaphragm Wall* dalam Konstruksi  
(siriusminerals.com diakses 30 Juni 2018)

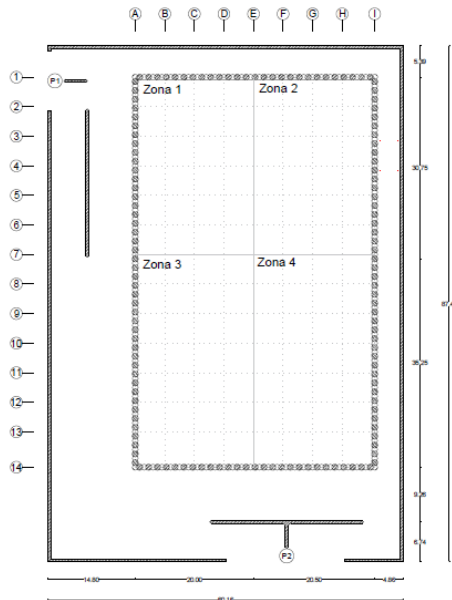
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB VI

### PROSES MOBILISASI MATERIAL

#### 6.1 Perencanaan Zona di Dalam Proyek

Lokasi proyek *One East Residence Apartment* terletak pada persimpangan padat kendaraan, sehingga perlu perencanaan proses mobilisasi material, terutama *truck ready mix* untuk pekerjaan pengecoran *secant pile* (*secondary pile*) dan *dump truck* untuk pekerjaan penggalian tanah. Untuk mengefektifkan proses mobilisasi masuk dan keluarnya material, maka digunakan *zoning* pekerjaan dalam proyek. Tahap pekerjaan dibagi menjadi 4 zona, ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 *Layout* Pembagian Zona



Zona 1 berada pada titik A1 sampai E1/A7 sampai E7, Zona 2 pada titik E1 sampai I1/E7 sampai I7, Zona 3 pada titik A7 sampai E7/ A14 sampai E14, dan Zona 4 pada titik E7 sampai I7/ E14 sampai I14. Direncanakan dua zona dilaksanakan dalam satu waktu, yaitu Zona 1 dengan Zona 4 dan Zona 2 dengan Zona 3. Sehingga terdapat dua denah perencanaan proses mobilisasi material untuk pekerjaan galian tanah dan pengecoran beton *secant pile* (*layout* terlampir dalam lampiran Gambar 1).

### 1. Volume Pekerjaan Pengecoran Beton *Secant Pile* (*secondary Pile*)

*Secant Pile* yang dicor menggunakan beton (*secondary pile*) pada keliling luasan proyek memiliki dimensi yang sama. Oleh karena itu, perlu dihitung volume pada 1 *pile* untuk mempermudah perhitungan. Dimensi untuk 1 *secant pile* adalah sebagai berikut:

Tabel 6. 1 Dimensi *Secant Pile* (*Secondary Pile*)

Dimensi <i>Secant Pile</i>		
Panjang <i>Secant Pile</i>	25	m
Diameter <i>Secant Pile</i>	1	m
Luas 1 <i>Secant Pile</i>	0.79	m <sup>2</sup>
Volume 1 <i>Secant Pile</i>	19.63	m <sup>3</sup>

Jumlah *secant pile* pada setiap zona berbeda. Berikut adalah jumlah zona pada setiap zona berdasarkan Gambar 6.1.

Tabel 6. 2 Jumlah *Secant Pile* (*Secondary Pile*) pada Setiap Zona

Zona 1			Zona 2		
Jumlah <i>Secant Pile</i> /Lebar	13	buah	Jumlah <i>Secant Pile</i> /Lebar	14	buah
Jumlah <i>Secant Pile</i> /Panjang	20	buah	Jumlah <i>Secant Pile</i> /Panjang	20	buah
Zona 3			Zona 4		
Jumlah <i>Secant Pile</i> /Lebar	13	buah	Jumlah <i>Secant Pile</i> /Lebar	14	buah
Jumlah <i>Secant Pile</i> /Panjang	24	buah	Jumlah <i>Secant Pile</i> /Panjang	24	buah

Volume beton yang dibutuhkan untuk setiap zona adalah volume 1 *secant pile* dikalikan dengan jumlah *secant pile* pada setiap zona. Hasilnya ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 6. 3 Volume *Secant Pile* (*Secondary Pile*) pada setiap Zona

Volume Zona 1 (m <sup>3</sup> )	Volume Zona 2 (m <sup>3</sup> )	Volume Zona 3 (m <sup>3</sup> )	Volume Zona 4 (m <sup>3</sup> )
647.95	667.59	726.49	746.13

## 2. Volume Pekerjaan Galian Tanah

Dimensi penggalian tanah untuk setiap dimensi zona sesuai dengan Gambar 6.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 6. 4 Dimensi Setiap Zona Pekerjaan Galian Tanah

Dimensi Zona 1				Dimensi Zona 2			
Panjang	=	30.75	m	Panjang	=	30.75	m
Lebar	=	20	m	Lebar	=	20.5	m
Luas	=	615	m <sup>2</sup>	Luas	=	630.38	m <sup>2</sup>
Dimensi Zona 3				Dimensi Zona 4			
Panjang	=	35.25	m	Panjang	=	35.25	m
Lebar	=	20	m	Lebar	=	20.5	m
Luas	=	705	m <sup>2</sup>	Luas	=	722.63	m <sup>2</sup>

Tahap penggalian sebanyak 3 kali, yaitu pada elevasi -4,50 m, -8,00 m, dan -13,50 m. Volume galian adalah luas zona dikalikan dengan kedalaman pada setiap tahap galian. Sehingga volume galian tanah yang diperoleh adalah:

Tabel 6. 5 Volume Setiap Zona Pekerjaan Galian Tanah

	Volume Zona 1 (m <sup>3</sup> )	Volume Zona 2 (m <sup>3</sup> )	Volume Zona 3 (m <sup>3</sup> )	Volume Zona 4 (m <sup>3</sup> )
<b>Galian 1</b>	2767.5	2836.69	3172.5	3251.81
<b>Galian 2</b>	2152.5	2206.31	2467.5	2529.19
<b>Galian 3</b>	3382.5	3467.06	3877.5	3974.44

## 6.2 Perencanaan Alat untuk Mobilisasi Material

Pada perencanaan ini, alat-alat yang dipakai digunakan untuk merencanakan mobilisasi material dalam proyek. Penggunaan alat disesuaikan dengan jenis pekerjaan. Mobilisasi material berdasarkan produktivitas dari setiap alat sesuai dengan fungsinya berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) bidang pekerjaan umum.

### 1. Pekerjaan Pengecoran *Secant Pile* (*Secondary Pile*)

Pengecoran beton *secondary pile* pada *secant pile*, direncanakan dengan alat *truck mixer*. *Batching plant* untuk pembuatan beton *ready mix* direncanakan berada pada radius 1 km dari lokasi proyek dengan pengangkutan beton *ready mix* dari *batching plant* ke lokasi proyek menggunakan *truck mixer*. Untuk mengetahui jumlah *truck mixer* yang dibutuhkan dalam pekerjaan ini, maka perlu diketahui kemampuan atau produktivitas pada *truck mixer*. Koefisien *truck mixer* menurut AHSP Kementerian Pekerjaan Umum tahun 2012 adalah sebagai berikut:

Tabel 6. 6 Koefisien Alat *Truck Mixer* (Kementerian PU, 2012)

Jenis Alat	Koefisien	Satuan
Kapasitas	5	M <sup>3</sup>
Produktivitas	0.2437	Jam

Diperoleh produktivitas *concrete mixer* sebagai berikut:

Koefisien *truck mixer* = 0,2437 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas } \textit{truck mixer} &= \frac{1}{\text{Koefisien}} \\
 &= \frac{1}{0,2437} \\
 &= 4,1 \text{ m}^3 \text{ setiap 1 jam.}
 \end{aligned}$$

Direncanakan dalam 1 periode pengecoran (1 jam), terdapat 4 *truck mixer*, mengikuti lahan yang tersedia. Sehingga produktivitas dalam 1 hari (5 jam kerja) adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas } truck \text{ mixer} &= n_{truckmixer} \times \text{kapasitas}_{truck \text{ mixer}} \times \\
 &\text{jumlah jam kerja} \\
 &= 4 \times 4.1 \times 5 \\
 &= 82,07 \text{ m}^3/\text{hari} .
 \end{aligned}$$

## 2. Pekerjaan Galian Tanah

Pada pekerjaan galian tanah, direncanakan penggalian lumpur dengan alat berat. Alat yang dibutuhkan yaitu *Excavator* dan *Dump Truck*. Koefisien *excavator* diperoleh berdasarkan AHSP tahun 2012, sedangkan kapasitas *dump truck* diperoleh dari brosur *dump truck*.

Tabel 6. 7 Koefisien Alat untuk Pekerjaan Penggalian Lumpur dengan Alat Berat (Kementrian PU, 2012)

Jenis Pekerjaan	Koefisien	Volume (m3)
<i>Excavator</i>	0.008268	Jam
<i>Dump Truck</i>	25	m <sup>3</sup>

Karena terdapat 2 jenis alat, maka produktivitas yang diperoleh dari koefisien waktu antar alat harus berkaitan, agar jumlah alat yang dibutuhkan sesuai untuk kedua alat. Urutan pekerjaan penggalian didahului dengan pengerukan tanah yang dilakukan oleh *excavator*. Dalam perencanaan tugas akhir ini, dianggap tidak ada *quarry* dalam *site* proyek, sehingga setiap tanah yang digali oleh *excavator* langsung diangkut oleh *dump truck* ke luar proyek. Oleh karena itu, jumlah *dump truck* direncanakan menyesuaikan produktivitas *excavator*.

Produktivitas *excavator* dihitung setiap 1 hari, dengan jumlah jam kerja tanpa lembur adalah 5 jam/hari. Direncanakan hanya terdapat 1 *excavator* dalam 1 *zona*. Diperoleh produktivitas *excavator* sebagai berikut:

$$\text{Koefisien } excavator = 0,008268 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas 1 excavator} &= \frac{1}{\text{Koefisien}} \\
 &= \frac{1}{0,008268} \\
 &= 120,95 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Kapasitas 1 *dump truck*,

Jika 1 loading = 10 menit, maka dalam 1 jam diperkirakan terdapat 5 *dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Maka kapasitas dump truck} &= 25 \text{ m}^3 \times 5 \\
 &= 125 \text{ m}^3/\text{jam} > \text{produktivitas excavator} \\
 &= 120,95 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 604,74 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

### 6.3 Perencanaan Proses Mobilisasi Material

Proses mobilisasi material yang direncanakan berdasarkan perencanaan alat. Mobilisasi ini berdasarkan penempatan, alur kedatangan, dan alur keluar alat-alat yang membawa material sesuai yang direncanakan. Setiap zona memiliki produktivitas yang sama, sehingga jumlah alat pada setiap zona sama. Namun karena volume setiap zona berbeda, maka durasi pekerjaan setiap zona juga akan berbeda.

#### 1. Pekerjaan Pengecoran *Secant Pile* (*Secondary Pile*)

Pekerjaan pengecoran *secant pile* diawali dengan pengecoran beton pada Zona 1 dan Zona 4. Terdapat 5 *truck mixer* dalam 1 periode pengecoran (1 jam). Sehingga durasi pekerjaan pengecoran pada setiap zona adalah :

Tabel 6. 8 Durasi Pekerjaan Pengecoran *Secant Pile*

	Volume (m <sup>3</sup> )	Koefisien/ Concrete Mixer (jam)	Produktivitas/ Jam (m <sup>3</sup> )	Produktivitas 4 truck mixer/jam	Produktivitas 5 truck mixer/hari	Durasi /Concrete Mixer (jam)	Durasi (hari)
Zona 1	647.95	0.2437	4.10	16.41	82.07	39.48	8
Zona 2	667.59	0.2437	4.10	16.41	82.07	162.69	9
Zona 3	726.49	0.2437	4.10	16.41	82.07	177.05	9
Zona 4	746.13	0.2437	4.10	16.41	82.07	181.83	10

Rekap perencanaan mobilisasi pekerjaan untuk pengecoran dinding penahan tanah *secant pile* (*secondary pile*) proyek *One East Residence Apartment* adalah sebagai berikut:

- Jumlah *truck mixer* = 20 unit/hari
- Jumlah *truck mixer* dalam 1 periode (1 jam) = 4 unit
- Jumlah periode pengecoran = 5 kali
- Jumlah antrian dalam proyek = 4 *truck mixer*

Proses kedatangan *truck mixer* masuk ke pintu masuk sesuai zona yang akan dituju. *Truck mixer* yang diperbolehkan parkir dalam proyek adalah *truck mixer* untuk periode selanjutnya. Setelah proses pengecoran selesai, *truck mixer* keluar berurutan sesuai dengan nomor *truck mixer* melalui pintu keluar pada setiap zona. Gambar terlampir pada lampiran:

- Gambar 7 : proses mobilisasi *truck mixer* untuk zona 1 dan zona 4
- Gambar 8 : proses mobilisasi *truck mixer* untuk zona 2 dan zona 3

## 2. Pekerjaan Penggalian Tanah

Pekerjaan penggalian tanah dilakukan dengan 2 *excavator* pada setiap zona dan *dump truck* sebanyak 10 unit. Perhitungan durasi pekerjaan penggalian tanah adalah sebagai berikut:

Tabel 6. 9 Durasi Pekerjaan Penggalian Tanah Galian 1

	Volume (m <sup>3</sup> )	Koefisien/Excavator (jam)	Produktivitas/ Jam (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Dump Truck/Jam (m <sup>3</sup> )	Produktivitas/Hari (m <sup>3</sup> )	Durasi (hari)
Zona 1	2767.50	0.008268	120.95	125	604.74	5
Zona 2	2836.69	0.008268	120.95	125	604.74	5
Zona 3	3172.50	0.008268	120.95	125	604.74	6
Zona 4	3251.81	0.008268	120.95	125	604.74	6

Untuk tahap penggalian 2, diperoleh durasi sebagai berikut:

Tabel 6. 10 Durasi Pekerjaan Penggalian Tanah Galian 2

	Volume (m <sup>3</sup> )	Koefisien/Excavator (jam)	Produktivitas/ Jam (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Dump Truck/Jam (m <sup>3</sup> )	Produktivitas/Hari (m <sup>3</sup> )	Durasi (hari)
Zona 1	2152.50	0.008268	120.95	125	604.74	4
Zona 2	2206.31	0.008268	120.95	125	604.74	4
Zona 3	2467.50	0.008268	120.95	125	604.74	5
Zona 4	2529.19	0.008268	120.95	125	604.74	5

Sedangkan untuk ntuk tahap penggalian 3, diperoleh durasi sebagai berikut:

Tabel 6. 11 Durasi Pekerjaan Penggalian Tanah Galian 3

	Volume (m <sup>3</sup> )	Koefisien/Excavator (jam)	Produktivitas/ Jam (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Dump Truck/Jam (m <sup>3</sup> )	Produktivitas/Hari (m <sup>3</sup> )	Durasi (hari)
Zona 1	3382.50	0.008268	120.95	125	604.74	6
Zona 2	3467.06	0.008268	120.95	125	604.74	6
Zona 3	3877.50	0.008268	120.95	125	604.74	7
Zona 4	3974.44	0.008268	120.95	125	604.74	7

Rekap perencanaan mobilisasi pekerjaan untuk penggalian tanah dinding penahan tanah proyek *One East Residence Apartment* adalah sebagai berikut:

- Jumlah *excavator* = 2 unit /zona

- Estimasi penggalian ke 1 *dump truck*  
= 10 menit
- Jumlah *dump truck* = 5 unit /jam
- Jumlah periode pegecoran = 5 kali
- Jumlah *dump truck* = 25 unit/hari
- Jumlah antrian dalam proyek = 2 *truck dump truck*

Proses kedatangan *dump truck* masuk ke pintu masuk sesuai zona yang akan dituju. *Dump truck* yang diperbolehkan parkir dalam proyek adalah *dump truck* untuk periode selanjutnya. Setelah proses penggalian selesai, *dump truck* keluar berurutan sesuai dengan nomor *dump truck* melalui pintu keluar pada setiap zona. Gambar terlampir pada lampiran:

- Gambar 9 : proses mobilisasi *dump truck* untuk zona 1 dan zona 4
- Gambar 10 : proses mobilisasi *dump truck* untuk zona 2 dan zona 3



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah, analisa, evaluasi, serta perencanaan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Defleksi yang terjadi pada dinding penahan tanah *soldier pile* dikarenakan metode pelaksanaan penggalian yaitu *bottom up*. Hal tersebut dikarenakan sistem penggalian tanah *bottom up*, tidak memasang penahan sebelum penggalian tanah dilakukan, hal tersebut mengakibatkan defleksi pada dinding penahan tanah cukup besar. Beberapa hasil evaluasi dan perencanaan ulang *soldier pile*:
  - a. Perencanaan tahap penggalian saat *soldier pile* eksisting dilakukan dalam 3 tahap, yaitu 3,5 m, 8,5 m, dan 13,5 m. Nilai defleksi yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Stress Deformatin: Beam on Elastic Foundation* yaitu 11,51 cm  $> \delta_{ijinmax}$ .
  - b. Besarnya defleksi yang terjadi berpengaruh terhadap keretakan yang terjadi pada bangunan di sekitar proyek. Hal tersebut diakibatkan defleksi mempengaruhi penurunan tanah bangunan di sekitarnya.
  - c. Pada perencanaan ulang *soldier pile* direncanakan penggalian dalam 4 tahap, yaitu 1,5, 4,5, 9,5, dan 13,5 m. Nilai defleksi yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Stress Deformation: Beam on Elastic Foundation* yaitu 0,74 cm  $< \delta_{ijinmax}$ .

2. Perencanaan alternatif dinding penahan tanah *top down*, dilakukan dengan pengecoran balok pelat lantai sebelum pengalian tanah. Hasil perencanaan yang diperoleh yaitu:
  - a. Tahap penggalian *secant pile* direncanakan dalam 3 tahap, yaitu 4,5, 9,5, dan 13,5 m, dengan balok pelat lantai pada elevasi 0, -4,0, -7,2, dan -10,4 m. Nilai defleksi yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Stress Deformatin: Beam on Elastic Foundation* yaitu  $0,83 \text{ cm} < \delta_{ijinmax}$ .
  - b. Dinding penahan tanah *diaphragm wall* tidak dapat digunakan dalam perencanaan, karena jenis tanah lokasi *One East Residence Apartment* tergolong dalam jenis lunak.
3. Perencanaan proses mobilisasi material proyek *One East Residence Apartment* adalah sebagai berikut:
  - a. Untuk pekerjaan dalam proyek dibagi menjadi 4 zona, dengan 2 zona melakukan pekerjaan pada saat bersamaan. Sehingga setiap pekerjaan terdapat 2 kali periode pengerjaan.
  - b. Pekerjaan pengecoran dinding penahan tanah *secant pile (secondary pile)* proyek *One East Residence Apartment* adalah sebagai berikut:
    - Jumlah *truck mixer* = 20 unit /hari
    - Jumlah *truck mixer* dalam 1 periode (1 jam) = 4 unit
    - Jumlah periode pengecoran = 5 kali
    - Jumlah antrian dalam proyek = 4 *truck mixer*

Alur masuk dan keluar *truck mixer* mengikuti denah yang terlampir pada lampiran Gambar 7 dan Gambar 8.
  - c. Pekerjaan penggalian tanah dinding penahan tanah proyek *One East Residence Apartment* adalah sebagai berikut:
    - Jumlah *excavator* = 2 unit /zona
    - Estimasi penggalian ke 1 *dump truck* = 10 menit

- Jumlah *dump truck* = 5 unit /jam
  - Jumlah periode pegecoran = 5 kali
  - Jumlah *dump truck* = 25 unit /hari
  - Jumlah antrian dalam proyek = 2 *truck dump truck*
- Alur masuk dan keluar *dump truck* mengikuti denah yang terlampir pada lampiran Gambar 9 dan Gambar 10.

## 7.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan perencanaan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk evaluasi dan perencanaan dinding penahan tanah yang akan dilakukan kedepannya.

1. Evaluasi dan perencanaan yang lebih lanjut untuk nilai defleksi ( $\delta$ ) yang terjadi dapat dicocokkan dengan investigasi lapangan secara langsung.
2. Evaluasi dan perencanaan yang lebih lanjut untuk dinding penahan tanah yang efisiensi dengan variabel pertimbangan yang lebih banyak. Dapat ditambahkan perhitungan biaya dan metode. Sehingga dapat meninjau keefisienan dalam segala sisi.
3. Perencanaan proses mobilisasi lebih lanjut dapat digabungkan dengan metode pelaksanaan pekerjaan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR PUSTAKA

- Andikaputra, Adityo M. 2017. **Alternatif Perencanaan Dinding Penahan Tanah Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI dengan *Diaphragm Wall*, *Soldier Pile*, dan *Secant Pile* pada Proyek Pembangunan MRT Jakarta**. Surabaya: ITS.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. **Standar Nasional Indonesia: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)**. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. **Standar Nasional Indonesia: Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460:2017)**. Jakarta.
- Firmansyah, A. A, dan Ramadhan, M. F. 2015. **Laporan Kerja Praktek PT Investasi Hasil Sejahtera Proyek Apartemen *One East Residence*, Surabaya**. Surabaya: ITS.
- Harvianti, Y. D, dan Khala, C. C. S. 2015. **Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan *One East***. Surabaya: ITS.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2012. **Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum**. Jakarta.
- Ou, Chang-Yu. 2006. **Deep Excavation Theory and Practice**. Netherland:Taylor&Francis/Balkema.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **LAMPIRAN DATA TANAH**

## **LAMPIRAN TABEL**

Tabel 1 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) 80 m di Belakang Dinding Penahan

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )
0	-	0	0	1	1	0	0.51	1	1.00
0	-	0.5	0.5	0.632	1.32	0	0.51	1	1.32
0.5	-	1.5	1	0.632	1.95	0	0.51	1	1.95
1.5	-	2.5	1	0.632	2.58	0	0.51	1	2.58
2.5	-	3.5	1	0.632	3.21	0	0.51	1	3.21
3.5	-	4.5	1	0.632	3.84	0	0.51	1	3.84
4.5	-	5.5	1	0.632	4.48	0	0.51	1	4.48
5.5	-	6.5	1	0.632	5.11	0	0.51	1	5.11
6.5	-	7.5	1	0.632	5.74	0	0.51	1	5.74
7.5	-	8.5	1	0.632	6.37	0	0.51	1	6.37
8.5	-	9.5	1	0.632	7.00	0	0.51	1	7.00
9.5	-	10	0.5	0.632	7.32	0	0.51	1	7.32
9.5	-	10	0.5	0.632	7.32	0	5.36	1	7.32
10	-	10.5	0.5	0.700	7.67	0	5.36	1	7.67
10.5	-	11.5	1	0.700	8.37	0	5.36	1	8.37
11.5	-	12.5	1	0.700	9.07	0	5.36	1	9.07
12.5	-	13	0.5	0.700	9.42	0	5.36	1	9.42
13	-	13.5	0.5	0.700	9.77	0	5.36	1	9.77
13.5	-	14.5	1	0.700	10.47	0	5.36	1	10.47
14.5	-	15.5	1	0.700	11.17	0	5.36	1	11.17
15.5	-	16.5	1	0.700	11.87	0	5.36	1	11.87
16.5	-	17.5	1	0.700	12.57	0	5.36	1	12.57
17.5	-	18.5	1	0.700	13.27	0	5.36	1	13.27
18.5	-	19.5	1	0.700	13.97	0	5.36	1	13.97
19.5	-	20	0.5	0.700	14.32	0	5.36	1	14.32
19.5	-	20	0.5	0.700	14.32	0	21.45	1	14.32
20	-	20.5	0.5	0.884	14.76	0	21.45	1	14.76
20.5	-	21.5	1	0.884	15.64	0	21.45	1	15.64
21.5	-	22.5	1	0.884	16.53	0	21.45	1	16.53
22.5	-	23.5	1	0.884	17.41	0	21.45	1	17.41
23.5	-	24.5	1	0.884	18.29	0	21.45	1	18.29
24.5	-	25	0.5	0.884	18.73	0	21.45	1	18.73
24.5	-	25	0.5	0.884	18.73	0	25.25	1	18.73
25	-	25.5	0.5	0.914	19.19	0	25.25	1	19.19
25.5	-	26.5	1	0.914	20.11	0	25.25	1	20.11
26.5	-	27.5	1	0.914	21.02	0	25.25	1	21.02
27.5	-	28.5	1	0.914	21.93	0	25.25	1	21.93
28.5	-	29.5	1	0.914	22.85	0	25.25	1	22.85

Tabel 1 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) 80 m di Belakang Dinding Penahan (lanjutan)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )
29.5	-	30.5	1	0.914	23.76	0	25.25	1	23.76
30.5	-	31.5	1	0.914	24.68	0	25.25	1	24.68
31.5	-	32.5	1	0.914	25.59	0	25.25	1	25.59
32.5	-	33.5	1	0.914	26.51	0	25.25	1	26.51
33.5	-	34.5	1	0.914	27.42	0	25.25	1	27.42
34.5	-	35.5	1	0.914	28.33	0	25.25	1	28.33
35.5	-	36.5	1	0.914	29.25	0	25.25	1	29.25
36.5	-	37.5	1	0.914	30.16	0	25.25	1	30.16
37.5	-	38.5	1	0.914	31.08	0	25.25	1	31.08
38.5	-	39.5	1	0.914	31.99	0	25.25	1	31.99
39.5	-	40.5	1	0.914	32.90	0	25.25	1	32.90
40.5	-	41.5	1	0.914	33.82	0	25.25	1	33.82
41.5	-	42.5	1	0.914	34.73	0	25.25	1	34.73
42.5	-	43.5	1	0.914	35.65	0	25.25	1	35.65
43.5	-	44.5	1	0.914	36.56	0	25.25	1	36.56
44.5	-	45.5	1	0.914	37.48	0	25.25	1	37.48
45.5	-	46.5	1	0.914	38.39	0	25.25	1	38.39
46.5	-	47.5	1	0.914	39.30	0	25.25	1	39.30
47.5	-	48.5	1	0.914	40.22	0	25.25	1	40.22
48.5	-	49.5	1	0.914	41.13	0	25.25	1	41.13
49.5	-	50.5	1	0.914	42.05	0	25.25	1	42.05
50.5	-	51.5	1	0.914	42.96	0	25.25	1	42.96
51.5	-	52.5	1	0.914	43.88	0	25.25	1	43.88
52.5	-	53.5	1	0.914	44.79	0	25.25	1	44.79
53.5	-	54.5	1	0.914	45.70	0	25.25	1	45.70
54.5	-	55.5	1	0.914	46.62	0	25.25	1	46.62
55.5	-	56.5	1	0.914	47.53	0	25.25	1	47.53
56.5	-	57.5	1	0.914	48.45	0	25.25	1	48.45
57.5	-	58.5	1	0.914	49.36	0	25.25	1	49.36
58.5	-	59.5	1	0.914	50.28	0	25.25	1	50.28
59.5	-	60.5	1	0.914	51.19	0	25.25	1	51.19
60.5	-	61.5	1	0.914	52.10	0	25.25	1	52.10
61.5	-	62.5	1	0.914	53.02	0	25.25	1	53.02
62.5	-	63.5	1	0.914	53.93	0	25.25	1	53.93
63.5	-	64.5	1	0.914	54.85	0	25.25	1	54.85
64.5	-	65.5	1	0.914	55.76	0	25.25	1	55.76
65.5	-	66.5	1	0.914	56.67	0	25.25	1	56.67
66.5	-	67.5	1	0.914	57.59	0	25.25	1	57.59
67.5	-	68.5	1	0.914	58.50	0	25.25	1	58.50

Tabel 1 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) 80 m di Belakang Dinding Penahan (lanjutan)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )
68.5	-	69.5	1	0.914	59.42	0	25.25	1	59.42
69.5	-	70.5	1	0.914	60.33	0	25.25	1	60.33
70.5	-	71.5	1	0.914	61.25	0	25.25	1	61.25
71.5	-	72.5	1	0.914	62.16	0	25.25	1	62.16
72.5	-	73.5	1	0.914	63.07	0	25.25	1	63.07
73.5	-	74.5	1	0.914	63.99	0	25.25	1	63.99
74.5	-	75.5	1	0.914	64.90	0	25.25	1	64.90
75.5	-	76.5	1	0.914	65.82	0	25.25	1	65.82
76.5	-	77.5	1	0.914	66.73	0	25.25	1	66.73
77.5	-	78.5	1	0.914	67.65	0	25.25	1	67.65
78.5	-	79.5	1	0.914	68.56	0	25.25	1	68.56
79.5	-	80.5	1	0.914	69.47	0	25.25	1	69.47

Tabel 2 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) 80 m di Depan Dinding Penahan Tanah (Galian 13,5 m)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )
13.5	-	13.5	0	0.700	0.00	0	5.36	1	0.00
13.5	-	14	0.5	0.700	0.35	0	5.36	1	0.35
14	-	15	1	0.700	1.05	0	5.36	1	1.05
15	-	16	1	0.700	1.75	0	5.36	1	1.75
16	-	17	1	0.700	2.45	0	5.36	1	2.45
17	-	18	1	0.700	3.15	0	5.36	1	3.15
18	-	19	1	0.700	3.85	0	5.36	1	3.85
19	-	20	1	0.700	4.55	0	5.36	1	4.55
19	-	20	1	0.700	4.55	0	21.45	1	4.55
20	-	21	1	0.884	5.43	0	21.45	1	5.43
21	-	22	1	0.884	6.32	0	21.45	1	6.32
22	-	23	1	0.884	7.20	0	21.45	1	7.20
23	-	24	1	0.884	8.08	0	21.45	1	8.08
24	-	25	1	0.884	8.97	0	21.45	1	8.97
24	-	25	1	0.884	8.97	0	25.25	1	8.97
25	-	26	1	0.914	9.88	0	25.25	1	9.88
26	-	27	1	0.914	10.79	0	25.25	1	10.79
27	-	28	1	0.914	11.71	0	25.25	1	11.71
28	-	29	1	0.914	12.62	0	25.25	1	12.62
29	-	30	1	0.914	13.54	0	25.25	1	13.54
30	-	31	1	0.914	14.45	0	25.25	1	14.45
31	-	32	1	0.914	15.37	0	25.25	1	15.37
32	-	33	1	0.914	16.28	0	25.25	1	16.28
33	-	34	1	0.914	17.19	0	25.25	1	17.19
34	-	35	1	0.914	18.11	0	25.25	1	18.11
35	-	36	1	0.914	19.02	0	25.25	1	19.02
36	-	37	1	0.914	19.94	0	25.25	1	19.94
37	-	38	1	0.914	20.85	0	25.25	1	20.85
38	-	39	1	0.914	21.77	0	25.25	1	21.77
39	-	40	1	0.914	22.68	0	25.25	1	22.68
40	-	41	1	0.914	23.59	0	25.25	1	23.59
41	-	42	1	0.914	24.51	0	25.25	1	24.51
42	-	43	1	0.914	25.42	0	25.25	1	25.42
43	-	44	1	0.914	26.34	0	25.25	1	26.34
44	-	45	1	0.914	27.25	0	25.25	1	27.25
45	-	46	1	0.914	28.17	0	25.25	1	28.17
46	-	47	1	0.914	29.08	0	25.25	1	29.08
47	-	48	1	0.914	29.99	0	25.25	1	29.99

Tabel 2 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* ( $\sigma_{H-O}$ ) 80 m di Depan Dinding Penahan Tanah (Galian 13,5 m) (lanjutan)

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/cm <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-O}$ (t/m <sup>2</sup> )
48	-	49	1	0.914	30.91	0	25.25	1	30.91
49	-	50	1	0.914	31.82	0	25.25	1	31.82
50	-	51	1	0.914	32.74	0	25.25	1	32.74
51	-	52	1	0.914	33.65	0	25.25	1	33.65
52	-	53	1	0.914	34.56	0	25.25	1	34.56
53	-	54	1	0.914	35.48	0	25.25	1	35.48
54	-	55	1	0.914	36.39	0	25.25	1	36.39
55	-	56	1	0.914	37.31	0	25.25	1	37.31
56	-	57	1	0.914	38.22	0	25.25	1	38.22
57	-	58	1	0.914	39.14	0	25.25	1	39.14
58	-	59	1	0.914	40.05	0	25.25	1	40.05
59	-	60	1	0.914	40.96	0	25.25	1	40.96
60	-	61	1	0.914	41.88	0	25.25	1	41.88
61	-	62	1	0.914	42.79	0	25.25	1	42.79
62	-	63	1	0.914	43.71	0	25.25	1	43.71
63	-	64	1	0.914	44.62	0	25.25	1	44.62
64	-	65	1	0.914	45.54	0	25.25	1	45.54
65	-	66	1	0.914	46.45	0	25.25	1	46.45
66	-	67	1	0.914	47.36	0	25.25	1	47.36
67	-	68	1	0.914	48.28	0	25.25	1	48.28
68	-	69	1	0.914	49.19	0	25.25	1	49.19
69	-	70	1	0.914	50.11	0	25.25	1	50.11
70	-	71	1	0.914	51.02	0	25.25	1	51.02
71	-	72	1	0.914	51.93	0	25.25	1	51.93
72	-	73	1	0.914	52.85	0	25.25	1	52.85
73	-	74	1	0.914	53.76	0	25.25	1	53.76
74	-	75	1	0.914	54.68	0	25.25	1	54.68
75	-	76	1	0.914	55.59	0	25.25	1	55.59
76	-	77	1	0.914	56.51	0	25.25	1	56.51
77	-	78	1	0.914	57.42	0	25.25	1	57.42
78	-	79	1	0.914	58.33	0	25.25	1	58.33
79	-	80	1	0.914	59.25	0	25.25	1	59.25



Tabel 3 *Coefficient of Subgrade* (ks) dan Beban Terpusat *At Rest* (PH-O) 80 m di Belakang Dinding Penahan Tanah

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-O</sub> (t)
0	2125.85	0.58
1	2125.85	1.63
2	2125.85	2.26
3	2125.85	2.90
4	2125.85	3.53
5	2125.85	4.16
6	2125.85	4.79
7	2125.85	5.42
8	2125.85	6.06
9	2125.85	6.69
10	2125.85	7.33
11	9566.33	8.02
12	9566.33	8.72
13	9566.33	9.42
14	9566.33	10.12
15	9566.33	10.82
16	9566.33	11.52
17	9566.33	12.22
18	9566.33	12.92
19	9566.33	13.62
20	9566.33	14.34
21	9566.33	15.20
22	9566.33	16.08
23	9566.33	16.97
24	9566.33	17.85
25	9566.33	18.62
26	9566.33	19.65
27	9566.33	20.56
28	9566.33	21.48
29	9566.33	22.39
30	9566.33	23.31
31	9566.33	24.22
32	9566.33	25.13
33	9566.33	26.05
34	9566.33	26.96
35	9566.33	27.88
36	9566.33	28.79
37	9566.33	29.71
38	9566.33	30.62
39	9566.33	31.53
40	9566.33	32.45

Tabel 3 *Coefficient of Subgrade* ( $k_s$ ) dan Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) 80 m di Belakang Dinding Penahan Tanah (lanjutan)

Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)
41	9566.33	33.36
42	9566.33	34.28
43	9566.33	35.19
44	9566.33	36.10
45	9566.33	37.02
46	9566.33	37.93
47	9566.33	38.85
48	9566.33	39.76
49	9566.33	40.68
50	9566.33	41.59
51	9566.33	42.50
52	9566.33	43.42
53	9566.33	44.33
54	9566.33	45.25
55	9566.33	46.16
56	9566.33	47.08
57	9566.33	47.99
58	9566.33	48.90
59	9566.33	49.82
60	9566.33	50.73
61	9566.33	51.65
62	9566.33	52.56
63	9566.33	53.47
64	9566.33	54.39
65	9566.33	55.30
66	9566.33	56.22
67	9566.33	57.13
68	9566.33	58.05
69	9566.33	58.96
70	9566.33	59.87
71	9566.33	60.79
72	9566.33	61.70
73	9566.33	62.62
74	9566.33	63.53
75	9566.33	64.45
76	9566.33	65.36
77	9566.33	66.27
78	9566.33	67.19
79	9566.33	68.10
80	9566.33	69.02

Tabel 4 *Coefficient of Subgrade* ( $k_s$ ) dan Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) 80 m di Depan Dinding Penahan Tanah (Galian 13,5 m)

Kedalaman (m)	$k_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)
13.5	9566.33	0.09
14.5	9566.33	0.70
15.5	9566.33	1.40
16.5	9566.33	2.10
17.5	9566.33	2.80
18.5	9566.33	3.50
19.5	9566.33	4.20
20.5	9566.33	4.99
21.5	9566.33	5.87
22.5	9566.33	6.76
23.5	9566.33	7.64
24.5	9566.33	8.52
25.5	9566.33	9.42
26.5	9566.33	10.34
27.5	9566.33	11.25
28.5	9566.33	12.17
29.5	9566.33	13.08
30.5	9566.33	13.99
31.5	9566.33	14.91
32.5	9566.33	15.82
33.5	9566.33	16.74
34.5	9566.33	17.65
35.5	9566.33	18.57
36.5	9566.33	19.48
37.5	9566.33	20.39
38.5	9566.33	21.31
39.5	9566.33	22.22
40.5	9566.33	23.14
41.5	9566.33	24.05
42.5	9566.33	24.97
43.5	9566.33	25.88
44.5	9566.33	26.79
45.5	9566.33	27.71
46.5	9566.33	28.62
47.5	9566.33	29.54
48.5	9566.33	30.45
49.5	9566.33	31.36
50.5	9566.33	32.28

Tabel 4 *Coefficient of Subgrade* (ks) dan Beban Terpusat *At Rest* ( $P_{H-O}$ ) 80 m di Depan Dinding Penahan Tanah (Galian 13,5 m)  
(lanjutan)

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)
51.5	9566.33	33.19
52.5	9566.33	34.11
53.5	9566.33	35.02
54.5	9566.33	35.94
55.5	9566.33	36.85
56.5	9566.33	37.76
57.5	9566.33	38.68
58.5	9566.33	39.59
59.5	9566.33	40.51
60.5	9566.33	41.42
61.5	9566.33	42.34
62.5	9566.33	43.25
63.5	9566.33	44.16
64.5	9566.33	45.08
65.5	9566.33	45.99
66.5	9566.33	46.91
67.5	9566.33	47.82
68.5	9566.33	48.73
69.5	9566.33	49.65
70.5	9566.33	50.56
71.5	9566.33	51.48
72.5	9566.33	52.39
73.5	9566.33	53.31
74.5	9566.33	54.22
75.5	9566.33	55.13
76.5	9566.33	56.05
77.5	9566.33	56.96
78.5	9566.33	57.88
79.5	9566.33	58.79

Tabel 5 Tekanan Lateral Tanah *At Rest* dan Aktif 25 m di  
Belakang Dinding Penahan Tanah

Kedalaman (m)			Z (m)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_v$ (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ko	$\sigma_{H-o}$ (t/m <sup>2</sup> )	Ka	$\sigma_{H-min}$ (t/m <sup>2</sup> )
0	-	0	0	1	1	0	0.51	1	1.00	1	-0.02
0	-	0.5	0.5	0.632	1.32	0	0.51	1	1.32	1	0.29
0.5	-	1.5	1	0.632	1.95	0	0.51	1	1.95	1	0.93
1.5	-	2.5	1	0.632	2.58	0	0.51	1	2.58	1	1.56
2.5	-	3.5	1	0.632	3.21	0	0.51	1	3.21	1	2.19
3.5	-	4.5	1	0.632	3.84	0	0.51	1	3.84	1	2.82
4.5	-	5.5	1	0.632	4.48	0	0.51	1	4.48	1	3.45
5.5	-	6.5	1	0.632	5.11	0	0.51	1	5.11	1	4.09
6.5	-	7.5	1	0.632	5.74	0	0.51	1	5.74	1	4.72
7.5	-	8.5	1	0.632	6.37	0	0.51	1	6.37	1	5.35
8.5	-	9.5	1	0.632	7.00	0	0.51	1	7.00	1	5.98
9.5	-	10	0.5	0.632	7.32	0	0.51	1	7.32	1	6.30
9.5	-	10	0.5	0.632	7.32	0	5.36	1	7.32	1	-3.41
10	-	10.5	0.5	0.700	7.67	0	5.36	1	7.67	1	-3.06
10.5	-	11.5	1	0.700	8.37	0	5.36	1	8.37	1	-2.36
11.5	-	12.5	1	0.700	9.07	0	5.36	1	9.07	1	-1.66
12.5	-	13	0.5	0.700	9.42	0	5.36	1	9.42	1	-1.31
13	-	13.5	0.5	0.700	9.77	0	5.36	1	9.77	1	-0.96
13.5	-	14.5	1	0.700	10.47	0	5.36	1	10.47	1	-0.26
14.5	-	15.5	1	0.700	11.17	0	5.36	1	11.17	1	0.44
15.5	-	16.5	1	0.700	11.87	0	5.36	1	11.87	1	1.14
16.5	-	17.5	1	0.700	12.57	0	5.36	1	12.57	1	1.84
17.5	-	18.5	1	0.700	13.27	0	5.36	1	13.27	1	2.54
18.5	-	19.5	1	0.700	13.97	0	5.36	1	13.97	1	3.24
19.5	-	20	0.5	0.700	14.32	0	5.36	1	14.32	1	3.59
19.5	-	20	0.5	0.700	14.32	0	21.45	1	14.32	1	-28.59
20	-	20.5	0.5	0.884	14.76	0	21.45	1	14.76	1	-28.15
20.5	-	21.5	1	0.884	15.64	0	21.45	1	15.64	1	-27.26
21.5	-	22.5	1	0.884	16.53	0	21.45	1	16.53	1	-26.38
22.5	-	23.5	1	0.884	17.41	0	21.45	1	17.41	1	-25.49
23.5	-	24.5	1	0.884	18.29	0	21.45	1	18.29	1	-24.61
24.5	-	25	0.5	0.884	18.73	0	21.45	1	18.73	1	-24.17
24.5	-	25	0.5	0.884	18.73	0	25.25	1	18.73	1	-31.76

Tabel 6 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0421	0.0413	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0375	0.0368	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0330	0.0323	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0296	0.0289	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0285	0.0278	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0240	0.0234	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0196	0.0190	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0154	0.0148	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0114	0.0109	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0078	0.0073	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0072	0.0067	5.16	NO
9	2125.85	5.72	5.67	0.0048	0.0043	0.00	NO
10	2125.85	6.49	3.07	0.0025	0.0021	1.26	NO
11	9566.33	4.82	0.00	0.0009	0.0006	0.00	NO
12	9566.33	5.98	0.00	0.0000	-0.0003	5.84	YES
13	9566.33	7.00	0.00	-0.0004	-0.0006	10.43	YES
14	9566.33	7.88	0.00	-0.0004	-0.0007	12.02	YES
15	9566.33	8.68	0.22	-0.0004	-0.0006	12.15	YES
16	9566.33	9.43	0.79	-0.0002	-0.0005	11.80	YES
17	9566.33	10.15	1.49	-0.0001	-0.0004	11.50	YES
18	9566.33	10.86	2.19	-0.0001	-0.0003	11.44	YES
19	9566.33	11.59	2.89	0.0000	-0.0002	11.69	YES
20	9566.33	12.38	1.71	0.0000	-0.0002	12.21	YES
21	9566.33	13.38	0.00	0.0000	-0.0002	13.09	YES
22	9566.33	14.51	0.00	0.0000	-0.0001	14.18	YES
23	9566.33	15.79	0.00	0.0000	-0.0001	15.50	YES
24	9566.33	17.22	0.00	0.0000	0.0000	17.06	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 7 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
3.5	0.00	0.59	0.59	0.0262	0.0256	0.59	NO
4.5	0.00	1.65	1.65	0.0218	0.0212	1.65	NO
5.5	0.00	2.29	2.29	0.0174	0.0169	2.29	NO
6.5	0.00	2.92	2.92	0.0133	0.0128	2.92	NO
7.5	0.00	3.55	3.55	0.0095	0.0090	3.55	NO
8.5	2125.85	4.17	4.18	0.0062	0.0057	17.38	NO
9.5	2125.85	4.69	4.81	0.0035	0.0031	12.19	NO
10.5	9566.33	7.92	15.19	0.0016	0.0012	23.01	NO
11.5	9566.33	8.08	15.89	0.0004	0.0001	11.67	YES
12.5	9566.33	8.40	16.59	-0.0002	-0.0005	6.26	YES
13.5	9566.33	8.85	17.29	-0.0004	-0.0007	4.79	YES
14.5	9566.33	9.41	17.98	-0.0004	-0.0006	5.48	YES
15.5	9566.33	10.03	18.68	-0.0003	-0.0005	7.08	YES
16.5	9566.33	10.70	19.38	-0.0002	-0.0004	8.84	YES
17.5	9566.33	11.38	20.08	-0.0001	-0.0003	10.42	YES
18.5	9566.33	12.06	20.78	0.0000	-0.0002	11.71	YES
19.5	9566.33	12.72	21.48	0.0000	-0.0002	12.73	YES
20.5	9566.33	13.40	54.45	0.0000	-0.0002	13.61	YES
21.5	9566.33	14.09	55.33	0.0000	-0.0001	14.38	YES
22.5	9566.33	14.66	56.22	0.0000	-0.0001	14.94	YES
23.5	9566.33	15.07	57.10	0.0000	-0.0001	15.26	YES
24.5	9566.33	15.35	57.98	0.0000	0.0000	15.38	YES

Tabel 8 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.0748	0.0328	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0677	0.0301	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0605	0.0275	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0551	0.0255	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0534	0.0249	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0462	0.0222	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0392	0.0196	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0323	0.0170	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0257	0.0143	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0195	0.0117	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0183	0.0112	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0138	0.0090	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0089	0.0064	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0049	0.0041	0.00	NO
12	9566.33	5.84	0.00	0.0022	0.0022	0.00	NO
13	9566.33	10.43	0.00	0.0006	0.0009	5.01	YES
14	9566.33	12.02	0.00	-0.0002	0.0003	13.70	YES
15	9566.33	12.15	0.22	-0.0004	0.0000	15.99	YES
16	9566.33	11.80	0.79	-0.0004	-0.0001	15.42	YES
17	9566.33	11.50	1.49	-0.0003	-0.0001	14.06	YES
18	9566.33	11.44	2.19	-0.0002	-0.0001	12.94	YES
19	9566.33	11.69	2.89	-0.0001	-0.0001	12.40	YES
20	9566.33	12.21	1.71	0.0000	0.0000	12.43	YES
21	9566.33	13.09	0.00	0.0000	0.0000	13.05	YES
22	9566.33	14.18	0.00	0.0000	0.0000	14.04	YES
23	9566.33	15.50	0.00	0.0000	0.0000	15.35	YES
24	9566.33	17.06	0.00	0.0000	0.0000	16.96	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 9 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
3.5	0.00	0.59	0.59	0.0498	0.0235	0.59	NO
4.5	0.00	1.65	1.65	0.0427	0.0209	1.65	NO
5.5	0.00	2.29	2.29	0.0357	0.0183	2.29	NO
6.5	0.00	2.92	2.92	0.0290	0.0156	2.92	NO
7.5	0.00	3.55	3.55	0.0225	0.0130	3.55	NO
8.5	0.00	4.18	4.18	0.0166	0.0104	4.18	NO
9.5	0.00	4.81	4.81	0.0113	0.0077	4.81	NO
10.5	0.00	15.19	15.19	0.0068	0.0052	15.19	NO
11.5	9566.33	11.67	15.89	0.0034	0.0030	44.18	NO
12.5	9566.33	6.26	16.59	0.0012	0.0015	18.08	NO
13.5	9566.33	4.79	17.29	0.0001	0.0005	5.82	YES
14.5	9566.33	5.48	17.98	-0.0003	0.0001	2.25	YES
15.5	9566.33	7.08	18.68	-0.0004	-0.0001	3.13	YES
16.5	9566.33	8.84	19.38	-0.0003	-0.0001	5.68	YES
17.5	9566.33	10.42	20.08	-0.0002	-0.0001	8.38	YES
18.5	9566.33	11.71	20.78	-0.0001	-0.0001	10.61	YES
19.5	9566.33	12.73	21.48	0.0000	-0.0001	12.26	YES
20.5	9566.33	13.61	54.45	0.0000	0.0000	13.50	YES
21.5	9566.33	14.38	55.33	0.0000	0.0000	14.44	YES
22.5	9566.33	14.94	56.22	0.0000	0.0000	15.05	YES
23.5	9566.33	15.26	57.10	0.0000	0.0000	15.34	YES
24.5	9566.33	15.38	57.98	0.0000	0.0000	15.37	YES

Tabel 10 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_4$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	0.00	0.07	0.07	0.0985	0.0236	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0897	0.0220	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0809	0.0204	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0743	0.0191	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0721	0.0187	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0633	0.0171	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0546	0.0155	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0461	0.0138	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0379	0.0122	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0300	0.0105	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0285	0.0102	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0227	0.0089	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0162	0.0073	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0106	0.0056	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0062	0.0040	0.00	NO
13	9566.33	5.01	0.00	0.0030	0.0024	0.00	NO
14	9566.33	13.70	0.00	0.0011	0.0013	3.29	YES
15	9566.33	15.99	0.22	0.0001	0.0005	14.64	YES
16	9566.33	15.42	0.79	-0.0002	0.0002	17.49	YES
17	9566.33	14.06	1.49	-0.0003	0.0000	16.70	YES
18	9566.33	12.94	2.19	-0.0002	-0.0001	15.04	YES
19	9566.33	12.40	2.89	-0.0001	-0.0001	13.75	YES
20	9566.33	12.43	1.71	-0.0001	-0.0001	13.16	YES
21	9566.33	13.05	0.00	0.0000	0.0000	13.38	YES
22	9566.33	14.04	0.00	0.0000	0.0000	14.13	YES
23	9566.33	15.35	0.00	0.0000	0.0000	15.33	YES
24	9566.33	16.96	0.00	0.0000	0.0000	16.94	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 11 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_4$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
3.5	0.00	0.59	0.59	0.0677	0.0179	0.59	NO
4.5	0.00	1.65	1.65	0.0590	0.0163	1.65	NO
5.5	0.00	2.29	2.29	0.0504	0.0146	2.29	NO
6.5	0.00	2.92	2.92	0.0420	0.0130	2.92	NO
7.5	0.00	3.55	3.55	0.0339	0.0114	3.55	NO
8.5	0.00	4.18	4.18	0.0263	0.0097	4.18	NO
9.5	0.00	4.81	4.81	0.0194	0.0081	4.81	NO
10.5	0.00	15.19	15.19	0.0132	0.0065	15.19	NO
11.5	0.00	15.89	15.89	0.0082	0.0048	15.89	NO
12.5	0.00	16.59	16.59	0.0044	0.0032	16.59	NO
13.5	9566.33	5.82	17.29	0.0019	0.0018	23.96	NO
14.5	9566.33	2.25	17.98	0.0005	0.0009	7.19	YES
15.5	9566.33	3.13	18.68	-0.0001	0.0003	2.24	YES
16.5	9566.33	5.68	19.38	-0.0003	0.0001	3.08	YES
17.5	9566.33	8.38	20.08	-0.0003	0.0000	5.91	YES
18.5	9566.33	10.61	20.78	-0.0002	-0.0001	8.85	YES
19.5	9566.33	12.26	21.48	-0.0001	-0.0001	11.21	YES
20.5	9566.33	13.50	54.45	-0.0001	0.0000	12.95	YES
21.5	9566.33	14.44	55.33	0.0000	0.0000	14.21	YES
22.5	9566.33	15.05	56.22	0.0000	0.0000	14.99	YES
23.5	9566.33	15.34	57.10	0.0000	0.0000	15.33	YES
24.5	9566.33	15.37	57.98	0.0000	0.0000	15.34	YES

Tabel 12 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s4}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
0	0.00	0.07	0.07	0.1090	0.0105	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0995	0.0098	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0900	0.0092	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0829	0.0086	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0806	0.0085	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0711	0.0078	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0618	0.0071	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0526	0.0064	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0436	0.0058	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0351	0.0051	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0335	0.0049	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0271	0.0044	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0199	0.0037	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0136	0.0030	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0085	0.0024	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0047	0.0017	0.00	NO
14	9566.33	3.29	0.00	0.0021	0.0010	0.00	NO
15	9566.33	14.64	0.22	0.0007	0.0005	8.38	YES
16	9566.33	17.49	0.79	0.0000	0.0002	17.33	YES
17	9566.33	16.70	1.49	-0.0002	0.0001	18.38	YES
18	9566.33	15.04	2.19	-0.0002	0.0000	16.69	YES
19	9566.33	13.75	2.89	-0.0001	0.0000	14.81	YES
20	9566.33	13.16	1.71	-0.0001	0.0000	13.68	YES
21	9566.33	13.38	0.00	0.0000	0.0000	13.54	YES
22	9566.33	14.13	0.00	0.0000	0.0000	14.10	YES
23	9566.33	15.33	0.00	0.0000	0.0000	15.25	YES
24	9566.33	16.94	0.00	0.0000	0.0000	16.88	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 13 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 5 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-o}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_5$ (m)	$\Delta\delta_{54}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 6
3.5	0.00	0.59	0.59	0.0758	0.0081	0.59	NO
4.5	0.00	1.65	1.65	0.0664	0.0075	1.65	NO
5.5	0.00	2.29	2.29	0.0571	0.0068	2.29	NO
6.5	0.00	2.92	2.92	0.0481	0.0061	2.92	NO
7.5	0.00	3.55	3.55	0.0393	0.0054	3.55	NO
8.5	0.00	4.18	4.18	0.0311	0.0047	4.18	NO
9.5	0.00	4.81	4.81	0.0234	0.0041	4.81	NO
10.5	0.00	15.19	15.19	0.0166	0.0034	15.19	NO
11.5	0.00	15.89	15.89	0.0109	0.0027	15.89	NO
12.5	0.00	16.59	16.59	0.0065	0.0020	16.59	NO
13.5	0.00	17.29	17.29	0.0032	0.0013	17.29	NO
14.5	9566.33	7.19	17.98	0.0012	0.0007	19.13	NO
15.5	9566.33	2.24	18.68	0.0003	0.0003	4.69	YES
16.5	9566.33	3.08	19.38	-0.0001	0.0002	1.93	YES
17.5	9566.33	5.91	20.08	-0.0002	0.0001	4.09	YES
18.5	9566.33	8.85	20.78	-0.0001	0.0000	7.44	YES
19.5	9566.33	11.21	21.48	-0.0001	0.0000	10.41	YES
20.5	9566.33	12.95	54.45	0.0000	0.0000	12.60	YES
21.5	9566.33	14.21	55.33	0.0000	0.0000	14.12	YES
22.5	9566.33	14.99	56.22	0.0000	0.0000	15.01	YES
23.5	9566.33	15.33	57.10	0.0000	0.0000	15.36	YES
24.5	9566.33	15.34	57.98	0.0000	0.0000	15.31	YES

Tabel 14 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 6 Galian 3,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{65}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 7
0	0.00	0.07	0.07	0.1162	0.0072	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1063	0.0068	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0964	0.0063	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0889	0.0060	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0864	0.0059	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0766	0.0055	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0668	0.0050	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0572	0.0046	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0478	0.0042	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0388	0.0037	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0371	0.0036	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0304	0.0033	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0228	0.0028	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0160	0.0024	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0105	0.0020	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0062	0.0015	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0032	0.0011	0.00	NO
15	9566.33	8.38	0.22	0.0013	0.0007	0.00	NO
16	9566.33	17.33	0.79	0.0004	0.0003	13.88	YES
17	9566.33	18.38	1.49	0.0000	0.0002	18.53	YES
18	9566.33	16.69	2.19	-0.0001	0.0001	17.72	YES
19	9566.33	14.81	2.89	-0.0001	0.0000	15.69	YES
20	9566.33	13.68	1.71	-0.0001	0.0000	14.20	YES
21	9566.33	13.54	0.00	0.0000	0.0000	13.78	YES
22	9566.33	14.10	0.00	0.0000	0.0000	14.17	YES
23	9566.33	15.25	0.00	0.0000	0.0000	15.24	YES
24	9566.33	16.88	0.00	0.0000	0.0000	16.86	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 15 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 6 Galian 3,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-o}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_6$ (m)	$\Delta\delta_{65}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 7
3.5	0.00	0.59	0.59	0.0815	0.0057	0.59	NO
4.5	0.00	1.65	1.65	0.0717	0.0052	1.65	NO
5.5	0.00	2.29	2.29	0.0619	0.0048	2.29	NO
6.5	0.00	2.92	2.92	0.0524	0.0044	2.92	NO
7.5	0.00	3.55	3.55	0.0433	0.0039	3.55	NO
8.5	0.00	4.18	4.18	0.0346	0.0035	4.18	NO
9.5	0.00	4.81	4.81	0.0265	0.0031	4.81	NO
10.5	0.00	15.19	15.19	0.0193	0.0026	15.19	NO
11.5	0.00	15.89	15.89	0.0131	0.0022	15.89	NO
12.5	0.00	16.59	16.59	0.0082	0.0018	16.59	NO
13.5	0.00	17.29	17.29	0.0046	0.0013	17.29	NO
14.5	0.00	17.98	17.98	0.0021	0.0009	17.98	NO
15.5	9566.33	4.69	18.68	0.0007	0.0005	11.78	YES
16.5	9566.33	1.93	19.38	0.0001	0.0002	3.06	YES
17.5	9566.33	4.09	20.08	-0.0001	0.0001	3.26	YES
18.5	9566.33	7.44	20.78	-0.0001	0.0000	6.39	YES
19.5	9566.33	10.41	21.48	-0.0001	0.0000	9.67	YES
20.5	9566.33	12.60	54.45	0.0000	0.0000	12.20	YES
21.5	9566.33	14.12	55.33	0.0000	0.0000	13.94	YES
22.5	9566.33	15.01	56.22	0.0000	0.0000	14.95	YES
23.5	9566.33	15.36	57.10	0.0000	0.0000	15.33	YES
24.5	9566.33	15.31	57.98	0.0000	0.0000	15.27	YES

Tabel 16 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1049	0.0001	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0950	0.0001	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0858	-0.0001	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0776	-0.0004	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0699	-0.0008	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0627	-0.0013	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0557	-0.0018	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0489	-0.0023	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0475	-0.0024	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0422	-0.0027	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0356	-0.0031	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0295	-0.0032	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0238	-0.0031	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0188	-0.0028	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0146	-0.0022	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0111	-0.0012	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0084	0.0002	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0064	0.0018	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0048	0.0029	2.19	NO
19	9566.33	6.93	2.89	0.0035	0.0031	0.00	NO
20	9566.33	13.96	1.71	0.0022	0.0026	0.00	NO
21	9566.33	17.43	0.00	0.0012	0.0019	5.62	YES
22	9566.33	18.69	0.00	0.0006	0.0012	12.61	YES
23	9566.33	18.90	0.00	0.0003	0.0007	16.05	YES
24	9566.33	18.84	0.00	0.0001	0.0003	17.75	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 17 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile*  
Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0455	-0.0025	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0389	-0.0029	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0325	-0.0032	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0266	-0.0032	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0212	-0.0030	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	0.0166	-0.0026	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	0.0128	-0.0018	14.83	NO
15.5	0.00	15.52	15.52	0.0097	-0.0006	15.52	NO
16.5	0.00	16.22	16.22	0.0073	0.0012	16.22	NO
17.5	0.00	16.92	16.92	0.0056	0.0025	16.92	NO
18.5	0.00	17.62	17.62	0.0042	0.0032	17.62	NO
19.5	9566.33	12.31	18.32	0.0027	0.0029	38.48	NO
20.5	9566.33	9.34	51.29	0.0016	0.0022	24.63	YES
21.5	9566.33	9.16	52.17	0.0008	0.0016	17.22	YES
22.5	9566.33	10.40	53.06	0.0004	0.0010	14.25	YES
23.5	9566.33	12.19	53.94	0.0002	0.0005	13.79	YES
24.5	9566.33	13.99	54.82	0.0000	0.0002	14.38	YES

Tabel 18 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1051	0.0002	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0952	0.0002	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0857	-0.0001	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0765	-0.0010	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0676	-0.0023	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0588	-0.0039	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0500	-0.0058	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0412	-0.0077	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0394	-0.0081	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0324	-0.0098	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0239	-0.0117	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0159	-0.0136	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0086	-0.0152	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0023	-0.0166	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	-0.0029	-0.0175	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	-0.0068	-0.0179	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	-0.0094	-0.0178	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	-0.0106	-0.0170	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	-0.0106	-0.0154	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	-0.0095	-0.0131	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0076	-0.0098	1.71	NO
21	9566.33	5.62	0.00	-0.0052	-0.0064	55.19	YES
22	9566.33	12.61	0.00	-0.0030	-0.0037	41.51	YES
23	9566.33	16.05	0.00	-0.0015	-0.0018	30.38	YES
24	9566.33	17.75	0.00	-0.0006	-0.0007	23.26	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 19 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile*  
Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0368	-0.0087	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0281	-0.0108	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0198	-0.0127	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0121	-0.0144	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0053	-0.0159	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	-0.0005	-0.0171	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	-0.0050	-0.0178	14.83	NO
15.5	0.00	15.52	15.52	-0.0082	-0.0179	15.52	NO
16.5	0.00	16.22	16.22	-0.0101	-0.0175	16.22	NO
17.5	0.00	16.92	16.92	-0.0107	-0.0163	16.92	NO
18.5	0.00	17.62	17.62	-0.0102	-0.0144	17.62	NO
19.5	0.00	18.32	18.32	-0.0087	-0.0114	18.32	NO
20.5	9566.33	24.63	51.29	-0.0065	-0.0081	0.00	YES
21.5	9566.33	17.22	52.17	-0.0041	-0.0049	0.00	YES
22.5	9566.33	14.25	53.06	-0.0022	-0.0026	0.00	YES
23.5	9566.33	13.79	53.94	-0.0010	-0.0012	4.22	YES
24.5	9566.33	14.38	54.82	-0.0003	-0.0003	11.72	YES

Tabel 20 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 8,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_s$ (m)	$\Delta\delta_{s3}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1051	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0952	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0880	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0857	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0767	0.0002	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0680	0.0004	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0595	0.0007	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0510	0.0010	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0426	0.0014	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0409	0.0015	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0342	0.0018	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0261	0.0022	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0184	0.0026	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0115	0.0029	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0055	0.0033	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0006	0.0035	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	-0.0030	0.0038	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	-0.0055	0.0039	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	-0.0067	0.0039	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	-0.0067	0.0039	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	-0.0058	0.0037	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	-0.0042	0.0034	1.71	NO
21	9566.33	55.19	0.00	-0.0022	0.0029	76.56	YES
22	9566.33	41.51	0.00	-0.0007	0.0023	48.19	YES
23	9566.33	30.38	0.00	0.0001	0.0016	29.55	YES
24	9566.33	23.26	0.00	0.0002	0.0008	21.14	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 21 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 8,5 m di Depan *Soldier Pile*  
Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0 dan -2,75 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
8.5	0.00	0.59	0.59	0.0384	0.0016	0.59	NO
9.5	0.00	1.65	1.65	0.0301	0.0020	1.65	NO
10.5	0.00	12.03	12.03	0.0222	0.0024	12.03	NO
11.5	0.00	12.73	12.73	0.0149	0.0028	12.73	NO
12.5	0.00	13.43	13.43	0.0084	0.0031	13.43	NO
13.5	0.00	14.13	14.13	0.0029	0.0034	14.13	NO
14.5	0.00	14.83	14.83	-0.0014	0.0037	14.83	NO
15.5	0.00	15.52	15.52	-0.0044	0.0038	15.52	NO
16.5	0.00	16.22	16.22	-0.0062	0.0039	16.22	NO
17.5	0.00	16.92	16.92	-0.0068	0.0039	16.92	NO
18.5	0.00	17.62	17.62	-0.0064	0.0038	17.62	NO
19.5	0.00	18.32	18.32	-0.0051	0.0036	18.32	NO
20.5	9566.33	0.00	51.29	-0.0033	0.0032	0.00	YES
21.5	9566.33	0.00	52.17	-0.0014	0.0027	0.00	YES
22.5	9566.33	0.00	53.06	-0.0003	0.0020	0.00	YES
23.5	9566.33	4.22	53.94	0.0002	0.0012	6.08	YES
24.5	9566.33	11.72	54.82	0.0001	0.0004	12.89	YES

Tabel 22 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0000	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0000	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0000	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0000	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0001	0.0001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0002	0.0002	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0002	0.0001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	-0.0001	0.0000	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0000	0.0000	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0005	-0.0002	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0012	-0.0005	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0019	-0.0009	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0023	-0.0013	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0025	-0.0017	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0024	-0.0021	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0022	-0.0025	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0018	-0.0029	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0014	-0.0031	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0010	-0.0033	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0007	-0.0033	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0005	-0.0032	1.71	NO
21	9566.33	61.99	0.00	0.0003	-0.0029	58.73	YES
22	9566.33	27.00	0.00	0.0002	-0.0023	25.26	YES
23	9566.33	10.44	0.00	0.0000	-0.0017	10.11	YES
24	9566.33	10.21	0.00	0.0000	-0.0009	10.47	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 23 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile* Eksisting + *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0025	-0.0019	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0023	-0.0024	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0020	-0.0027	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0016	-0.0030	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0012	-0.0032	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0008	-0.0033	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0005	-0.0033	14.93	NO
20.5	9566.33	32.76	47.89	0.0004	-0.0030	36.44	YES
21.5	9566.33	27.47	48.78	0.0003	-0.0026	29.91	YES
22.5	9566.33	21.25	49.66	0.0001	-0.0020	22.17	YES
23.5	9566.33	24.70	50.54	0.0000	-0.0013	24.56	YES
24.5	9566.33	19.92	51.43	0.0000	-0.0004	19.67	YES

Tabel 24 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1087	0.0036	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.1026	0.0073	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0985	0.0104	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0972	0.0116	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0926	0.0163	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0884	0.0212	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0843	0.0259	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0802	0.0300	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0757	0.0331	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0747	0.0335	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0708	0.0348	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0653	0.0352	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0592	0.0345	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0526	0.0328	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0455	0.0304	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0382	0.0274	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0309	0.0239	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0239	0.0202	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0174	0.0164	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0117	0.0127	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0070	0.0093	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0036	0.0063	1.71	NO
21	9566.33	79.64	0.00	0.0016	0.0039	64.31	YES
22	9566.33	40.93	0.00	0.0006	0.0022	35.38	YES
23	9566.33	20.77	0.00	0.0001	0.0011	19.73	YES
24	9566.33	16.04	0.00	0.0000	0.0005	16.32	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 25 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile*  
Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0419	0.0289	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0346	0.0257	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0274	0.0221	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0206	0.0183	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0144	0.0145	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0092	0.0110	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0051	0.0077	14.93	NO
20.5	9566.33	12.35	47.89	0.0024	0.0050	34.86	YES
21.5	9566.33	10.93	48.78	0.0009	0.0030	19.96	YES
22.5	9566.33	8.60	49.66	0.0003	0.0016	11.01	YES
23.5	9566.33	16.09	50.54	0.0000	0.0008	15.93	YES
24.5	9566.33	16.67	51.43	0.0000	0.0002	16.31	YES

Tabel 26 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.1151	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.1087	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.1026	0.0000	1.24	NO
2.75	0.00	1.72	1.72	0.0985	0.0000	1.72	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0972	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0926	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0885	0.0001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0844	0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0802	0.0001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0757	0.0000	5.03	NO
8.2	0.00	5.16	5.16	0.0747	0.0000	5.16	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0707	-0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0650	-0.0003	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0588	-0.0004	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0520	-0.0007	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0447	-0.0009	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0372	-0.0011	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0297	-0.0013	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0225	-0.0014	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0159	-0.0015	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0101	-0.0016	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0055	-0.0015	2.89	NO
20	0.00	1.71	1.71	0.0022	-0.0014	1.71	NO
21	9566.33	64.31	0.00	0.0004	-0.0012	60.12	YES
22	9566.33	35.38	0.00	-0.0003	-0.0008	37.89	YES
23	9566.33	19.73	0.00	-0.0004	-0.0005	23.62	YES
24	9566.33	16.32	0.00	-0.0003	-0.0002	18.88	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 27 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Depan *Soldier Pile*  
Eksisting +  $\delta$  *Strut* 0, -2,75, dan -8,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0409	-0.0010	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0334	-0.0012	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0260	-0.0013	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0191	-0.0015	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0129	-0.0016	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0077	-0.0016	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0037	-0.0015	14.93	NO
20.5	9566.33	34.86	47.89	0.0011	-0.0013	44.95	YES
21.5	9566.33	19.96	48.78	-0.0001	-0.0010	19.35	YES
22.5	9566.33	11.01	49.66	-0.0004	-0.0007	6.96	YES
23.5	9566.33	15.93	50.54	-0.0004	-0.0004	12.23	YES
24.5	9566.33	16.31	51.43	-0.0002	-0.0001	14.83	YES

Tabel 28 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 1,5 m di Belakang *Soldier Pile* +

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	2125.85	0.70	0.61	0.0011	0.0006	0.00	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0021	0.0012	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0029	0.0017	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0034	0.0021	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0037	0.0022	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0037	0.0022	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0033	0.0019	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0028	0.0015	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0020	0.0010	5.67	NO
10	2125.85	5.55	3.07	0.0013	0.0004	2.84	NO
11	9566.33	2.16	0.00	0.0006	0.0000	0.00	NO
12	9566.33	4.46	0.00	0.0002	-0.0002	2.56	YES
13	9566.33	6.18	0.00	0.0000	-0.0004	6.42	YES
14	9566.33	7.41	0.00	-0.0001	-0.0004	8.46	YES
15	9566.33	8.35	0.22	-0.0001	-0.0004	9.45	YES
16	9566.33	9.10	0.79	-0.0001	-0.0003	9.93	YES
17	9566.33	9.78	1.49	-0.0001	-0.0003	10.28	YES
18	9566.33	10.45	2.19	0.0000	-0.0003	10.68	YES
19	9566.33	11.15	2.89	0.0000	-0.0003	11.17	YES
20	9566.33	11.93	1.71	0.0000	-0.0002	11.81	YES
21	9566.33	12.95	0.00	0.0000	-0.0002	12.74	YES
22	9566.33	14.13	0.00	0.0000	-0.0002	13.86	YES
23	9566.33	15.50	0.00	0.0000	-0.0001	15.25	YES
24	9566.33	17.06	0.00	0.0000	-0.0001	16.90	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 29 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 1,5 m di Depan *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0036	0.0022	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0037	0.0022	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0035	0.0021	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0031	0.0017	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0024	0.0012	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0017	0.0007	4.18	NO
10.5	9566.33	10.68	14.55	0.0009	0.0002	19.52	NO
11.5	9566.33	9.48	15.25	0.0004	-0.0001	13.14	YES
12.5	9566.33	8.89	15.95	0.0001	-0.0003	9.48	YES
13.5	9566.33	8.82	16.65	-0.0001	-0.0004	8.02	YES
14.5	9566.33	9.16	17.35	-0.0001	-0.0004	7.99	YES
15.5	9566.33	9.73	18.05	-0.0001	-0.0004	8.71	YES
16.5	9566.33	10.42	18.75	-0.0001	-0.0003	9.72	YES
17.5	9566.33	11.14	19.45	0.0000	-0.0003	10.75	YES
18.5	9566.33	11.86	20.15	0.0000	-0.0003	11.71	YES
19.5	9566.33	12.53	20.85	0.0000	-0.0003	12.55	YES
20.5	9566.33	13.22	53.82	0.0000	-0.0002	13.35	YES
21.5	9566.33	13.87	54.70	0.0000	-0.0002	14.07	YES
22.5	9566.33	14.37	55.59	0.0000	-0.0002	14.59	YES
23.5	9566.33	14.67	56.47	0.0000	-0.0001	14.84	YES
24.5	9566.33	14.80	57.35	0.0000	0.0000	14.83	YES

Tabel 30 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 1,5 m di Belakang *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-0</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0012	0.0001	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0023	0.0002	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0032	0.0003	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0004	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0041	0.0004	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0041	0.0004	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0038	0.0004	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0032	0.0004	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0024	0.0004	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0016	0.0003	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0002	0.00	NO
12	9566.33	2.56	0.00	0.0004	0.0002	0.00	NO
13	9566.33	6.42	0.00	0.0001	0.0001	5.75	YES
14	9566.33	8.46	0.00	0.0000	0.0001	8.83	YES
15	9566.33	9.45	0.22	-0.0001	0.0001	9.97	YES
16	9566.33	9.93	0.79	0.0000	0.0001	10.27	YES
17	9566.33	10.28	1.49	0.0000	0.0000	10.42	YES
18	9566.33	10.68	2.19	0.0000	0.0000	10.67	YES
19	9566.33	11.17	2.89	0.0000	0.0000	11.12	YES
20	9566.33	11.81	1.71	0.0000	0.0000	11.74	YES
21	9566.33	12.74	0.00	0.0000	0.0000	12.65	YES
22	9566.33	13.86	0.00	0.0000	0.0000	13.76	YES
23	9566.33	15.25	0.00	0.0000	0.0000	15.14	YES
24	9566.33	16.90	0.00	0.0000	0.0000	16.83	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 31 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 1,5 m di Depan *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	Pactual (t)	Spring Untuk Iterasi 4
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0040	0.0004	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0042	0.0004	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0040	0.0004	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0035	0.0004	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0028	0.0004	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0020	0.0004	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0012	0.0003	14.55	NO
11.5	9566.33	13.14	15.25	0.0006	0.0002	18.64	NO
12.5	9566.33	9.48	15.95	0.0002	0.0001	11.21	YES
13.5	9566.33	8.02	16.65	0.0000	0.0001	8.00	YES
14.5	9566.33	7.99	17.35	-0.0001	0.0001	7.46	YES
15.5	9566.33	8.71	18.05	-0.0001	0.0001	8.23	YES
16.5	9566.33	9.72	18.75	0.0000	0.0000	9.46	YES
17.5	9566.33	10.75	19.45	0.0000	0.0000	10.67	YES
18.5	9566.33	11.71	20.15	0.0000	0.0000	11.71	YES
19.5	9566.33	12.55	20.85	0.0000	0.0000	12.58	YES
20.5	9566.33	13.35	53.82	0.0000	0.0000	13.40	YES
21.5	9566.33	14.07	54.70	0.0000	0.0000	14.13	YES
22.5	9566.33	14.59	55.59	0.0000	0.0000	14.66	YES
23.5	9566.33	14.84	56.47	0.0000	0.0000	14.89	YES
24.5	9566.33	14.83	57.35	0.0000	0.0000	14.82	YES

Tabel 32 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile + Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0012	0.0001	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0023	0.0002	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0032	0.0003	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0039	0.0004	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0042	0.0004	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0042	0.0005	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0039	0.0005	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0033	0.0005	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0025	0.0004	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0017	0.0003	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0010	0.0002	0.00	NO
12	9566.33	4.42	0.00	0.0004	0.0001	0.39	YES
13	9566.33	8.06	0.00	0.0001	0.0000	6.85	YES
14	9566.33	9.57	0.00	0.0000	-0.0001	9.61	YES
15	9566.33	10.16	0.22	0.0000	-0.0001	10.57	YES
16	9566.33	10.50	0.79	0.0000	-0.0001	10.89	YES
17	9566.33	10.92	1.49	0.0000	-0.0001	11.18	YES
18	9566.33	11.45	2.19	0.0000	0.0000	11.58	YES
19	9566.33	12.09	2.89	0.0000	0.0000	12.12	YES
20	9566.33	12.81	1.71	0.0000	0.0000	12.79	YES
21	9566.33	13.73	0.00	0.0000	0.0000	13.68	YES
22	9566.33	14.79	0.00	0.0000	0.0000	14.72	YES
23	9566.33	15.98	0.00	0.0000	0.0000	15.93	YES
24	9566.33	17.37	0.00	0.0000	0.0000	17.35	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 33 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ *Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0041	0.0004	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0043	0.0005	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0041	0.0005	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0036	0.0005	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0029	0.0005	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0021	0.0004	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0013	0.0003	14.55	NO
11.5	9566.33	13.37	15.25	0.0007	0.0001	19.63	NO
12.5	9566.33	9.02	15.95	0.0002	0.0000	11.38	YES
13.5	9566.33	8.08	16.65	0.0000	0.0000	8.49	YES
14.5	9566.33	8.73	17.35	0.0000	-0.0001	8.41	YES
15.5	9566.33	9.88	18.05	0.0000	-0.0001	9.42	YES
16.5	9566.33	11.00	18.75	0.0000	-0.0001	10.64	YES
17.5	9566.33	11.93	19.45	0.0000	0.0000	11.71	YES
18.5	9566.33	12.70	20.15	0.0000	0.0000	12.60	YES
19.5	9566.33	13.38	20.85	0.0000	0.0000	13.34	YES
20.5	9566.33	14.11	53.82	0.0000	0.0000	14.11	YES
21.5	9566.33	14.87	54.70	0.0000	0.0000	14.89	YES
22.5	9566.33	15.50	55.59	0.0000	0.0000	15.51	YES
23.5	9566.33	15.93	56.47	0.0000	0.0000	15.92	YES
24.5	9566.33	16.24	57.35	0.0000	0.0000	16.20	YES

Tabel 34 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile + Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	P <sub>H-0</sub> (t)	P <sub>H-min</sub> (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	P <sub>actual</sub> (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0012	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0023	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0032	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0039	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0042	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0042	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0039	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0033	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0025	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0017	0.0000	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0009	0.0000	0.00	NO
12	9566.33	0.39	0.00	0.0004	-0.0001	0.00	NO
13	9566.33	6.85	0.00	0.0001	0.0000	6.11	YES
14	9566.33	9.61	0.00	0.0000	0.0000	9.91	YES
15	9566.33	10.57	0.22	0.0000	0.0000	11.02	YES
16	9566.33	10.89	0.79	0.0000	0.0000	11.18	YES
17	9566.33	11.18	1.49	0.0000	0.0000	11.26	YES
18	9566.33	11.58	2.19	0.0000	0.0000	11.54	YES
19	9566.33	12.12	2.89	0.0000	0.0000	12.03	YES
20	9566.33	12.79	1.71	0.0000	0.0000	12.70	YES
21	9566.33	13.68	0.00	0.0000	0.0000	13.60	YES
22	9566.33	14.72	0.00	0.0000	0.0000	14.66	YES
23	9566.33	15.93	0.00	0.0000	0.0000	15.88	YES
24	9566.33	17.35	0.00	0.0000	0.0000	17.33	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 35 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ *Strut* 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0041	0.0000	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0042	0.0000	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0041	0.0000	2.29	NO
7.5	0.00	2.92	2.92	0.0036	0.0000	2.92	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0029	0.0000	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0021	0.0000	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0013	0.0000	14.55	NO
11.5	0.00	15.25	15.25	0.0006	0.0000	15.25	NO
12.5	9566.33	11.38	15.95	0.0002	-0.0001	13.22	YES
13.5	9566.33	8.49	16.65	0.0000	0.0000	8.53	YES
14.5	9566.33	8.41	17.35	-0.0001	0.0000	7.93	YES
15.5	9566.33	9.42	18.05	0.0000	0.0000	9.01	YES
16.5	9566.33	10.64	18.75	0.0000	0.0000	10.43	YES
17.5	9566.33	11.71	19.45	0.0000	0.0000	11.66	YES
18.5	9566.33	12.60	20.15	0.0000	0.0000	12.64	YES
19.5	9566.33	13.34	20.85	0.0000	0.0000	13.39	YES
20.5	9566.33	14.11	53.82	0.0000	0.0000	14.16	YES
21.5	9566.33	14.89	54.70	0.0000	0.0000	14.92	YES
22.5	9566.33	15.51	55.59	0.0000	0.0000	15.52	YES
23.5	9566.33	15.92	56.47	0.0000	0.0000	15.90	YES
24.5	9566.33	16.20	57.35	0.0000	0.0000	16.15	YES

Tabel 36 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile + Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0003	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0003	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0006	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0013	0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0020	0.0001	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0024	0.0001	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0024	0.0002	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0022	0.0002	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0017	0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0008	-0.0001	0.00	NO
14	9566.33	7.00	0.00	0.0004	-0.0002	3.01	YES
15	9566.33	8.67	0.22	0.0002	-0.0003	6.92	YES
16	9566.33	8.69	0.79	0.0000	-0.0003	8.28	YES
17	9566.33	8.88	1.49	0.0000	-0.0003	9.17	YES
18	9566.33	9.57	2.19	-0.0001	-0.0002	10.10	YES
19	9566.33	10.61	2.89	-0.0001	-0.0002	11.10	YES
20	9566.33	11.74	1.71	0.0000	-0.0001	12.07	YES
21	9566.33	12.95	0.00	0.0000	-0.0001	13.09	YES
22	9566.33	14.18	0.00	0.0000	0.0000	14.18	YES
23	9566.33	15.54	0.00	0.0000	0.0000	15.47	YES
24	9566.33	17.18	0.00	0.0000	0.0000	17.13	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 37 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0023	0.0002	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0020	0.0001	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0015	0.0001	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0010	0.0000	12.79	NO
13.5	9566.33	11.86	13.49	0.0006	-0.0001	17.36	NO
14.5	9566.33	9.55	14.19	0.0003	-0.0002	12.27	YES
15.5	9566.33	11.09	14.89	0.0001	-0.0003	12.04	YES
16.5	9566.33	12.89	15.59	0.0000	-0.0003	12.85	YES
17.5	9566.33	13.91	16.29	-0.0001	-0.0002	13.42	YES
18.5	9566.33	14.27	16.99	-0.0001	-0.0002	13.69	YES
19.5	9566.33	14.39	17.69	0.0000	-0.0001	13.93	YES
20.5	9566.33	14.67	50.66	0.0000	-0.0001	14.39	YES
21.5	9566.33	15.15	51.54	0.0000	-0.0001	15.05	YES
22.5	9566.33	15.61	52.43	0.0000	0.0000	15.61	YES
23.5	9566.33	15.85	53.31	0.0000	0.0000	15.87	YES
24.5	9566.33	15.92	54.19	0.0000	0.0000	15.89	YES

Tabel 38 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0003	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0003	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0006	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0013	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0019	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0023	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0024	-0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0021	-0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0017	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0012	-0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0007	-0.0001	0.00	NO
14	9566.33	3.01	0.00	0.0003	-0.0001	0.00	NO
15	9566.33	6.92	0.22	0.0001	-0.0001	6.00	YES
16	9566.33	8.28	0.79	0.0000	-0.0001	8.40	YES
17	9566.33	9.17	1.49	0.0000	0.0000	9.63	YES
18	9566.33	10.10	2.19	0.0000	0.0000	10.54	YES
19	9566.33	11.10	2.89	0.0000	0.0000	11.34	YES
20	9566.33	12.07	1.71	0.0000	0.0000	12.11	YES
21	9566.33	13.09	0.00	0.0000	0.0000	12.98	YES
22	9566.33	14.18	0.00	0.0000	0.0000	14.00	YES
23	9566.33	15.47	0.00	0.0000	0.0000	15.30	YES
24	9566.33	17.13	0.00	0.0000	0.0000	17.03	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 39 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0023	-0.0001	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0019	-0.0001	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0014	-0.0001	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0009	-0.0001	12.79	NO
13.5	0.00	13.49	13.49	0.0005	-0.0001	13.49	NO
14.5	9566.33	12.27	14.19	0.0002	-0.0001	14.07	YES
15.5	9566.33	12.04	14.89	0.0000	-0.0001	12.31	YES
16.5	9566.33	12.85	15.59	0.0000	0.0000	12.47	YES
17.5	9566.33	13.42	16.29	-0.0001	0.0000	12.90	YES
18.5	9566.33	13.69	16.99	0.0000	0.0000	13.31	YES
19.5	9566.33	13.93	17.69	0.0000	0.0000	13.75	YES
20.5	9566.33	14.39	50.66	0.0000	0.0000	14.39	YES
21.5	9566.33	15.05	51.54	0.0000	0.0000	15.16	YES
22.5	9566.33	15.61	52.43	0.0000	0.0000	15.74	YES
23.5	9566.33	15.87	53.31	0.0000	0.0000	15.96	YES
24.5	9566.33	15.89	54.19	0.0000	0.0000	15.89	YES

Tabel 40 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier Pile + Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	0.00	0.07	0.07	0.0000	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	-0.0002	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0003	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0003	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0006	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0013	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0019	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0023	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0023	-0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0020	-0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0016	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0011	-0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0006	-0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0003	-0.0001	0.00	NO
15	9566.33	6.00	0.22	0.0001	0.0000	5.51	YES
16	9566.33	8.40	0.79	0.0000	0.0000	8.69	YES
17	9566.33	9.63	1.49	0.0000	0.0000	10.07	YES
18	9566.33	10.54	2.19	0.0000	0.0000	10.81	YES
19	9566.33	11.34	2.89	0.0000	0.0000	11.41	YES
20	9566.33	12.11	1.71	0.0000	0.0000	12.03	YES
21	9566.33	12.98	0.00	0.0000	0.0000	12.82	YES
22	9566.33	14.00	0.00	0.0000	0.0000	13.83	YES
23	9566.33	15.30	0.00	0.0000	0.0000	15.17	YES
24	9566.33	17.03	0.00	0.0000	0.0000	16.96	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 41 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ *Strut* 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0022	-0.0001	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0018	-0.0001	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0013	-0.0001	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0008	-0.0001	12.79	NO
13.5	0.00	13.49	13.49	0.0004	-0.0001	13.49	NO
14.5	9566.33	14.07	14.19	0.0001	-0.0001	15.32	NO
15.5	9566.33	12.31	14.89	0.0000	0.0000	12.27	YES
16.5	9566.33	12.47	15.59	0.0000	0.0000	12.02	YES
17.5	9566.33	12.90	16.29	0.0000	0.0000	12.50	YES
18.5	9566.33	13.31	16.99	0.0000	0.0000	13.10	YES
19.5	9566.33	13.75	17.69	0.0000	0.0000	13.73	YES
20.5	9566.33	14.39	50.66	0.0000	0.0000	14.49	YES
21.5	9566.33	15.16	51.54	0.0000	0.0000	15.29	YES
22.5	9566.33	15.74	52.43	0.0000	0.0000	15.85	YES
23.5	9566.33	15.96	53.31	0.0000	0.0000	16.02	YES
24.5	9566.33	15.89	54.19	0.0000	0.0000	15.87	YES

Tabel 42 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 9,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* +  $\delta$  *Strut* 0 dan 4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0063	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0065	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0068	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0076	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0080	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0081	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0079	-0.0001	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0073	-0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0063	-0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0051	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0038	-0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0027	-0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0017	-0.0001	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0009	0.0000	0.22	NO
16	9566.33	4.64	0.79	0.0004	0.0000	0.54	NO
17	9566.33	9.14	1.49	0.0001	0.0000	7.80	YES
18	9566.33	11.20	2.19	0.0000	0.0000	11.08	YES
19	9566.33	12.16	2.89	0.0000	0.0001	12.37	YES
20	9566.33	12.71	1.71	0.0000	0.0001	12.87	YES
21	9566.33	13.33	0.00	0.0000	0.0001	13.36	YES
22	9566.33	14.15	0.00	0.0000	0.0001	14.09	YES
23	9566.33	15.35	0.00	0.0000	0.0000	15.25	YES
24	9566.33	17.05	0.00	0.0000	0.0000	16.98	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 43 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 9,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+  $\delta$  *Strut* 0 dan 4 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
9.5	0.00	0.59	0.59	0.0068	-0.0001	0.59	NO
10.5	0.00	11.39	11.39	0.0057	-0.0001	11.39	NO
11.5	0.00	12.09	12.09	0.0045	-0.0001	12.09	NO
12.5	0.00	12.79	12.79	0.0032	-0.0001	12.79	NO
13.5	0.00	13.49	13.49	0.0021	-0.0001	13.49	NO
14.5	0.00	14.19	14.19	0.0013	-0.0001	14.19	NO
15.5	0.00	14.89	14.89	0.0006	0.0000	14.89	NO
16.5	9566.33	14.08	15.59	0.0003	0.0000	16.48	NO
17.5	9566.33	12.48	16.29	0.0001	0.0000	12.98	YES
18.5	9566.33	12.34	16.99	0.0000	0.0001	12.15	YES
19.5	9566.33	12.87	17.69	0.0000	0.0001	12.59	YES
20.5	9566.33	13.77	50.66	0.0000	0.0001	13.60	YES
21.5	9566.33	14.76	51.54	0.0000	0.0001	14.71	YES
22.5	9566.33	15.50	52.43	0.0000	0.0000	15.53	YES
23.5	9566.33	15.78	53.31	0.0000	0.0000	15.81	YES
24.5	9566.33	15.71	54.19	0.0000	0.0000	15.68	YES

Tabel 44 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile +  $\delta$  Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	0.00	0.07	0.07	0.0061	0.0000	0.07	NO
1	0.00	0.61	0.61	0.0064	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0067	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0069	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0071	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0073	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0074	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0074	0.0000	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0072	0.0000	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0070	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0070	-0.0001	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0069	-0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0066	-0.0002	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0060	-0.0003	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0052	-0.0004	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0043	-0.0005	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0033	-0.0005	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0023	-0.0006	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0014	-0.0006	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0007	-0.0005	2.89	NO
20	9566.33	3.02	1.71	0.0002	-0.0005	0.99	NO
21	9566.33	8.69	0.00	-0.0001	-0.0003	9.29	YES
22	9566.33	12.39	0.00	-0.0002	-0.0002	13.89	YES
23	9566.33	14.93	0.00	-0.0001	-0.0001	16.29	YES
24	9566.33	17.05	0.00	-0.0001	0.0000	17.81	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 45 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Soldier*  
*Pile* +  $\delta$  *Strut* 0, -4,0, dan -9,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\max}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0057	-0.0003	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0048	-0.0004	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0038	-0.0005	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0028	-0.0005	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0018	-0.0006	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0010	-0.0006	14.23	NO
19.5	0.00	14.93	14.93	0.0004	-0.0005	14.93	NO
20.5	9566.33	20.34	47.89	0.0000	-0.0004	20.73	YES
21.5	9566.33	17.43	48.78	-0.0001	-0.0003	16.15	YES
22.5	9566.33	16.16	49.66	-0.0002	-0.0002	14.58	YES
23.5	9566.33	15.63	50.54	-0.0001	-0.0001	14.48	YES
24.5	9566.33	15.38	51.43	0.0000	0.0000	14.94	YES

Tabel 46 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	2125.85	0.73	0.61	0.0010	0.0006	0.00	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0020	0.0012	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0027	0.0016	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0033	0.0019	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0035	0.0021	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0034	0.0020	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0030	0.0017	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0029	0.0017	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0017	0.0008	5.67	NO
10	2125.85	5.72	3.07	0.0010	0.0003	3.52	YES
10.4	9566.33	1.15	0.63	0.0008	0.0001	0.00	NO
11	9566.33	2.60	0.00	0.0005	-0.0001	0.00	NO
12	9566.33	4.65	0.00	0.0001	-0.0003	3.62	YES
13	9566.33	6.21	0.00	-0.0001	-0.0004	6.84	YES
14	9566.33	7.38	0.00	-0.0001	-0.0004	8.53	YES
15	9566.33	8.28	0.22	-0.0001	-0.0004	9.34	YES
16	9566.33	9.05	0.79	-0.0001	-0.0003	9.80	YES
17	9566.33	9.74	1.49	0.0000	-0.0003	10.17	YES
18	9566.33	10.42	2.19	0.0000	-0.0003	10.59	YES
19	9566.33	11.13	2.89	0.0000	-0.0003	11.13	YES
20	9566.33	11.93	1.71	0.0000	-0.0002	11.80	YES
21	9566.33	12.95	0.00	0.0000	-0.0002	12.73	YES
22	9566.33	14.13	0.00	0.0000	-0.0002	13.86	YES
23	9566.33	15.50	0.00	0.0000	-0.0001	15.25	YES
24	9566.33	17.06	0.00	0.0000	-0.0001	16.90	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 47 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0034	0.0020	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0035	0.0021	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0033	0.0019	2.29	NO
7.5	0.00	1.38	1.38	0.0028	0.0015	1.38	NO
8	0.00	3.23	3.23	0.0025	0.0013	3.23	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0021	0.0011	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0014	0.0005	4.18	NO
10.5	9566.33	10.08	14.55	0.0007	0.0001	16.98	NO
11.5	9566.33	9.18	15.25	0.0003	-0.0002	11.64	YES
12.5	9566.33	8.78	15.95	0.0000	-0.0004	8.78	YES
13.5	9566.33	8.83	16.65	-0.0001	-0.0004	7.81	YES
14.5	9566.33	9.21	17.35	-0.0001	-0.0004	8.03	YES
15.5	9566.33	9.78	18.05	-0.0001	-0.0004	8.84	YES
16.5	9566.33	10.46	18.75	-0.0001	-0.0003	9.85	YES
17.5	9566.33	11.18	19.45	0.0000	-0.0003	10.86	YES
18.5	9566.33	11.88	20.15	0.0000	-0.0003	11.77	YES
19.5	9566.33	12.54	20.85	0.0000	-0.0002	12.58	YES
20.5	9566.33	13.22	53.82	0.0000	-0.0002	13.35	YES
21.5	9566.33	13.87	54.70	0.0000	-0.0002	14.07	YES
22.5	9566.33	14.37	55.59	0.0000	-0.0002	14.59	YES
23.5	9566.33	14.67	56.47	0.0000	-0.0001	14.83	YES
24.5	9566.33	14.80	57.35	0.0000	0.0000	14.83	YES

Tabel 48 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	0.0001	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0022	0.0002	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0030	0.0003	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0036	0.0004	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0039	0.0004	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0039	0.0005	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0035	0.0005	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0034	0.0005	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0022	0.0004	5.67	NO
10	2125.85	3.52	3.07	0.0014	0.0004	0.52	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0011	0.0003	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0008	0.0003	0.00	NO
12	9566.33	3.62	0.00	0.0003	0.0002	0.72	YES
13	9566.33	6.84	0.00	0.0001	0.0001	6.22	YES
14	9566.33	8.53	0.00	0.0000	0.0001	8.78	YES
15	9566.33	9.34	0.22	0.0000	0.0001	9.73	YES
16	9566.33	9.80	0.79	0.0000	0.0001	10.05	YES
17	9566.33	10.17	1.49	0.0000	0.0000	10.26	YES
18	9566.33	10.59	2.19	0.0000	0.0000	10.59	YES
19	9566.33	11.13	2.89	0.0000	0.0000	11.09	YES
20	9566.33	11.80	1.71	0.0000	0.0000	11.75	YES
21	9566.33	12.73	0.00	0.0000	0.0000	12.67	YES
22	9566.33	13.86	0.00	0.0000	0.0000	13.77	YES
23	9566.33	15.25	0.00	0.0000	0.0000	15.15	YES
24	9566.33	16.90	0.00	0.0000	0.0000	16.84	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 49 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0038	0.00040	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0039	0.00044	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0037	0.00047	2.29	NO
7.5	0.00	1.38	1.38	0.0032	0.00047	1.38	NO
8	0.00	3.23	3.23	0.0029	0.00046	3.23	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0026	0.00045	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0018	0.00040	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0011	0.00034	14.55	NO
11.5	9566.33	11.64	15.25	0.0005	0.00024	16.40	NO
12.5	9566.33	8.78	15.95	0.0002	0.00016	10.30	YES
13.5	9566.33	7.81	16.65	0.0000	0.00011	7.84	YES
14.5	9566.33	8.03	17.35	0.0000	0.00008	7.64	YES
15.5	9566.33	8.84	18.05	0.0000	0.00006	8.48	YES
16.5	9566.33	9.85	18.75	0.0000	0.00004	9.66	YES
17.5	9566.33	10.86	19.45	0.0000	0.00003	10.79	YES
18.5	9566.33	11.77	20.15	0.0000	0.00001	11.76	YES
19.5	9566.33	12.58	20.85	0.0000	0.00000	12.59	YES
20.5	9566.33	13.35	53.82	0.0000	-0.00001	13.37	YES
21.5	9566.33	14.07	54.70	0.0000	-0.00002	14.11	YES
22.5	9566.33	14.59	55.59	0.0000	-0.00002	14.64	YES
23.5	9566.33	14.83	56.47	0.0000	-0.00001	14.87	YES
24.5	9566.33	14.83	57.35	0.0000	0.00000	14.81	YES

Tabel 50 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 4,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0012	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0022	0.0001	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0031	0.0001	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0038	0.0001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0041	0.0001	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0040	0.0002	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0037	0.0002	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0036	0.0002	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0023	0.0001	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0015	0.0001	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0012	0.0001	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0008	0.0001	0.00	NO
12	9566.33	0.72	0.00	0.0003	0.0000	0.00	NO
13	9566.33	6.22	0.00	0.0001	0.0000	5.64	YES
14	9566.33	8.78	0.00	0.0000	0.0000	9.08	YES
15	9566.33	9.73	0.22	0.0000	0.0000	10.12	YES
16	9566.33	10.05	0.79	0.0000	0.0000	10.26	YES
17	9566.33	10.26	1.49	0.0000	0.0000	10.30	YES
18	9566.33	10.59	2.19	0.0000	0.0000	10.55	YES
19	9566.33	11.09	2.89	0.0000	0.0000	11.04	YES
20	9566.33	11.75	1.71	0.0000	0.0000	11.72	YES
21	9566.33	12.67	0.00	0.0000	0.0000	12.63	YES
22	9566.33	13.77	0.00	0.0000	0.0000	13.73	YES
23	9566.33	15.15	0.00	0.0000	0.0000	15.09	YES
24	9566.33	16.84	0.00	0.0000	0.0000	16.79	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 51 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 4,5 m di Depan *Soldier Pile*  
+ Balok Pelat Lantai 0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
4.5	0.00	0.59	0.59	0.0039	0.00013	0.59	NO
5.5	0.00	1.65	1.65	0.0041	0.00015	1.65	NO
6.5	0.00	2.29	2.29	0.0039	0.00016	2.29	NO
7.5	0.00	1.38	1.38	0.0034	0.00016	1.38	NO
8	0.00	3.23	3.23	0.0031	0.00015	3.23	NO
8.5	0.00	3.55	3.55	0.0027	0.00014	3.55	NO
9.5	0.00	4.18	4.18	0.0019	0.00012	4.18	NO
10.5	0.00	14.55	14.55	0.0011	0.00008	14.55	NO
11.5	0.00	15.25	15.25	0.0005	0.00004	15.25	NO
12.5	9566.33	10.30	15.95	0.0002	0.00000	11.85	YES
13.5	9566.33	7.84	16.65	0.0000	-0.00001	7.81	YES
14.5	9566.33	7.64	17.35	0.0000	0.00000	7.21	YES
15.5	9566.33	8.48	18.05	0.0000	0.00000	8.15	YES
16.5	9566.33	9.66	18.75	0.0000	0.00000	9.51	YES
17.5	9566.33	10.79	19.45	0.0000	0.00000	10.77	YES
18.5	9566.33	11.76	20.15	0.0000	0.00000	11.77	YES
19.5	9566.33	12.59	20.85	0.0000	0.00000	12.59	YES
20.5	9566.33	13.37	53.82	0.0000	0.00000	13.36	YES
21.5	9566.33	14.11	54.70	0.0000	0.00000	14.11	YES
22.5	9566.33	14.64	55.59	0.0000	0.00000	14.65	YES
23.5	9566.33	14.87	56.47	0.0000	0.00000	14.88	YES
24.5	9566.33	14.81	57.35	0.0000	0.00000	14.79	YES

Tabel 52 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8 m di Belakang *Soldier Pile*  
+ Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	-0.0001	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0002	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0002	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0005	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0009	-0.0001	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0013	-0.0002	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0014	-0.0002	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0014	-0.0003	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0011	-0.0004	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0010	-0.0004	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0008	-0.0004	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0004	-0.0005	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0002	-0.0005	0.00	NO
14	9566.33	4.35	0.00	0.0000	-0.0005	4.07	YES
15	9566.33	6.25	0.22	0.0000	-0.0004	6.46	YES
16	9566.33	6.68	0.79	0.0000	-0.0004	6.99	YES
17	9566.33	6.88	1.49	0.0000	-0.0004	7.13	YES
18	9566.33	7.28	2.19	0.0000	-0.0004	7.45	YES
19	9566.33	7.95	2.89	0.0000	-0.0003	8.02	YES
20	9566.33	8.84	1.71	0.0000	-0.0003	8.79	YES
21	9566.33	10.00	0.00	0.0000	-0.0003	9.84	YES
22	9566.33	11.42	0.00	0.0000	-0.0002	11.15	YES
23	9566.33	13.31	0.00	0.0000	-0.0002	13.01	YES
24	9566.33	15.81	0.00	0.0000	-0.0001	15.61	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 53 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 8 m di Depan *Soldier Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
8	0.00	0.59	0.59	0.0015	-0.0002	0.59	NO
8.5	0.00	1.34	1.34	0.0015	-0.0003	1.34	NO
9.5	0.00	1.97	1.97	0.0013	-0.0003	1.97	NO
10.5	0.00	12.34	12.34	0.0009	-0.0004	12.34	NO
11.5	0.00	13.04	13.04	0.0006	-0.0005	13.04	NO
12.5	9566.33	12.04	13.74	0.0003	-0.0005	14.60	NO
13.5	9566.33	9.29	14.44	0.0001	-0.0005	10.06	YES
14.5	9566.33	8.55	15.14	0.0000	-0.0005	8.50	YES
15.5	9566.33	8.75	15.84	0.0000	-0.0004	8.44	YES
16.5	9566.33	9.27	16.54	0.0000	-0.0004	8.95	YES
17.5	9566.33	9.81	17.24	0.0000	-0.0004	9.57	YES
18.5	9566.33	10.34	17.94	0.0000	-0.0003	10.19	YES
19.5	9566.33	10.84	18.64	0.0000	-0.0003	10.80	YES
20.5	9566.33	11.40	51.61	0.0000	-0.0003	11.48	YES
21.5	9566.33	11.99	52.49	0.0000	-0.0002	12.18	YES
22.5	9566.33	12.46	53.37	0.0000	-0.0002	12.71	YES
23.5	9566.33	12.69	54.26	0.0000	-0.0001	12.91	YES
24.5	9566.33	12.65	55.14	0.0000	0.0000	12.72	YES

Tabel 54 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 8 m di Belakang *Soldier Pile*  
+ Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	-0.0015	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	-0.0001	-0.0016	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	-0.0002	-0.0015	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	-0.0002	-0.0011	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	-0.0006	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0005	0.0002	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0010	0.0009	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0013	0.0013	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0014	0.0014	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0014	0.0015	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0011	0.0012	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0010	0.0010	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0008	0.0008	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0004	0.0004	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0002	0.0002	0.00	NO
14	9566.33	4.07	0.00	0.0000	0.0000	3.67	YES
15	9566.33	6.46	0.22	0.0000	0.0000	6.52	YES
16	9566.33	6.99	0.79	0.0000	0.0000	7.13	YES
17	9566.33	7.13	1.49	0.0000	0.0000	7.24	YES
18	9566.33	7.45	2.19	0.0000	0.0000	7.51	YES
19	9566.33	8.02	2.89	0.0000	0.0000	8.04	YES
20	9566.33	8.79	1.71	0.0000	0.0000	8.78	YES
21	9566.33	9.84	0.00	0.0000	0.0000	9.77	YES
22	9566.33	11.15	0.00	0.0000	0.0000	11.03	YES
23	9566.33	13.01	0.00	0.0000	0.0000	12.85	YES
24	9566.33	15.61	0.00	0.0000	0.0000	15.48	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 55 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 8 m di Depan *Soldier Pile* + Balok Pelat Lantai 0 dan -4,0 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
8	0.00	0.59	0.59	0.0015	0.0000	0.59	NO
8.5	0.00	1.34	1.34	0.0015	0.0000	1.34	NO
9.5	0.00	1.97	1.97	0.0013	0.0000	1.97	NO
10.5	0.00	12.34	12.34	0.0010	0.0000	12.34	NO
11.5	0.00	13.04	13.04	0.0006	0.0000	13.04	NO
12.5	0.00	13.74	13.74	0.0003	0.0000	13.74	NO
13.5	9566.33	10.06	14.44	0.0001	0.0000	10.95	YES
14.5	9566.33	8.50	15.14	0.0000	0.0000	8.57	YES
15.5	9566.33	8.44	15.84	0.0000	0.0000	8.29	YES
16.5	9566.33	8.95	16.54	0.0000	0.0000	8.80	YES
17.5	9566.33	9.57	17.24	0.0000	0.0000	9.47	YES
18.5	9566.33	10.19	17.94	0.0000	0.0000	10.13	YES
19.5	9566.33	10.80	18.64	0.0000	0.0000	10.77	YES
20.5	9566.33	11.48	51.61	0.0000	0.0000	11.48	YES
21.5	9566.33	12.18	52.49	0.0000	0.0000	12.23	YES
22.5	9566.33	12.71	53.37	0.0000	0.0000	12.82	YES
23.5	9566.33	12.91	54.26	0.0000	0.0000	13.03	YES
24.5	9566.33	12.72	55.14	0.0000	0.0000	12.74	YES

Tabel 56 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0001	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0001	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0001	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0002	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0001	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0014	0.0003	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0022	0.0004	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0025	0.0005	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0028	0.0006	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0031	0.0008	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0031	0.0008	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0027	0.0008	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0021	0.0007	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0015	0.0004	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0009	0.0001	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0005	-0.0002	2.19	NO
19	9566.33	3.16	2.89	0.0002	-0.0004	1.35	NO
20	9566.33	4.33	1.71	0.0000	-0.0005	3.99	YES
21	9566.33	5.67	0.00	0.0000	-0.0005	5.89	YES
22	9566.33	7.37	0.00	0.0000	-0.0004	7.62	YES
23	9566.33	9.91	0.00	0.0000	-0.0003	9.98	YES
24	9566.33	13.76	0.00	0.0000	-0.0002	13.71	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES



Tabel 57 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m di Depan *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_2$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0029	0.0008	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0024	0.0008	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0018	0.0005	12.13	NO
16.5	9566.33	11.19	12.83	0.0012	0.0002	22.50	NO
17.5	9566.33	9.78	13.53	0.0007	-0.0001	16.21	NO
18.5	9566.33	9.29	14.23	0.0003	-0.0003	12.27	YES
19.5	9566.33	9.25	14.93	0.0001	-0.0004	10.16	YES
20.5	9566.33	9.49	47.89	0.0000	-0.0005	9.44	YES
21.5	9566.33	9.81	48.78	0.0000	-0.0004	9.52	YES
22.5	9566.33	9.97	49.66	0.0000	-0.0003	9.78	YES
23.5	9566.33	9.82	50.54	0.0000	-0.0002	9.79	YES
24.5	9566.33	9.26	51.43	0.0000	-0.0001	9.26	YES

Tabel 58 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0001	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0001	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0002	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0002	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0001	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0016	0.0002	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0026	0.0003	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0029	0.0004	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0033	0.0005	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0037	0.0006	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0038	0.0007	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0035	0.0008	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0030	0.0009	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0023	0.0008	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0016	0.0007	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0010	0.0005	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0005	0.0003	2.89	NO
20	9566.33	3.99	1.71	0.0002	0.0002	2.04	YES
21	9566.33	5.89	0.00	0.0000	0.0001	5.47	YES
22	9566.33	7.62	0.00	0.0000	0.0000	7.73	YES
23	9566.33	9.98	0.00	0.0000	0.0000	10.13	YES
24	9566.33	13.71	0.00	0.0000	0.0000	13.76	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 59 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 3 Galian 13,5 m di Depan *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_3$ (m)	$\Delta\delta_{32}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 4
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0037	0.0008	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0033	0.0009	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0027	0.0009	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0020	0.0008	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0013	0.0006	13.53	NO
18.5	9566.33	12.27	14.23	0.0007	0.0004	19.29	NO
19.5	9566.33	10.16	14.93	0.0003	0.0002	13.38	YES
20.5	9566.33	9.44	47.89	0.0001	0.0001	10.45	YES
21.5	9566.33	9.52	48.78	0.0000	0.0000	9.55	YES
22.5	9566.33	9.78	49.66	0.0000	0.0000	9.58	YES
23.5	9566.33	9.79	50.54	0.0000	0.0000	9.66	YES
24.5	9566.33	9.26	51.43	0.0000	0.0000	9.21	YES

Tabel 60 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 13,5 m di Belakang *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 5
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0001	0.0000	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0001	0.0000	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0001	0.0000	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0000	0.0000	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	-0.0002	0.0000	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	-0.0002	0.0000	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	-0.0001	0.0000	4.40	NO
7.2	0.00	4.53	4.53	0.0000	0.0000	4.53	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0016	0.0000	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0026	0.0000	3.07	NO
10.4	0.00	0.63	0.63	0.0029	0.0000	0.63	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0034	0.0001	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0038	0.0001	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0039	0.0001	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0036	0.0001	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0031	0.0001	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0024	0.0001	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0017	0.0001	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0011	0.0001	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0006	0.0000	2.89	NO
20	9566.33	2.04	1.71	0.0002	0.0000	0.15	NO
21	9566.33	5.47	0.00	0.0000	0.0000	5.26	YES
22	9566.33	7.73	0.00	0.0000	0.0000	8.06	YES
23	9566.33	10.13	0.00	0.0000	0.0000	10.42	YES
24	9566.33	13.76	0.00	0.0000	0.0000	13.86	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 61 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 4 Galian 13,5 m di Depan *Soldier*  
*Pile* + Balok Pelat Lantai 0, -4,0, dan -7,2 m

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-0}$ (t)	$P_{H-\text{max}}$ (t)	$\delta_4$ (m)	$\Delta\delta_{43}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	<i>Spring</i> Untuk Iterasi 5
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0038	0.0001	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0034	0.0001	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0028	0.0001	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0021	0.0001	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0014	0.0001	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0008	0.0001	14.23	NO
19.5	9566.33	13.38	14.93	0.0003	0.0000	16.71	NO
20.5	9566.33	10.45	47.89	0.0001	0.0000	11.30	YES
21.5	9566.33	9.55	48.78	0.0000	0.0000	9.37	YES
22.5	9566.33	9.58	49.66	0.0000	0.0000	9.21	YES
23.5	9566.33	9.66	50.54	0.0000	0.0000	9.43	YES
24.5	9566.33	9.21	51.43	0.0000	0.0000	9.13	YES

Tabel 62 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m +  $\delta$  Strut -4,0 dan 9 m di Belakang *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-O}$ (t)	$P_{H-\min}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{z1}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
0	2125.85	0.58	0.07	0.0000	0.0000	0.58	YES
1	0.00	0.61	0.61	0.0011	-0.0001	0.61	NO
2	0.00	1.24	1.24	0.0021	-0.0002	1.24	NO
3	0.00	1.87	1.87	0.0031	-0.0001	1.87	NO
4	0.00	2.51	2.51	0.0040	0.0001	2.51	NO
5	0.00	3.14	3.14	0.0047	0.0006	3.14	NO
6	0.00	3.77	3.77	0.0053	0.0012	3.77	NO
7	0.00	4.40	4.40	0.0057	0.0019	4.40	NO
8	0.00	5.03	5.03	0.0059	0.0027	5.03	NO
9	0.00	5.67	5.67	0.0061	0.0036	5.67	NO
10	0.00	3.07	3.07	0.0063	0.0047	3.07	NO
11	0.00	0.00	0.00	0.0063	0.0055	0.00	NO
12	0.00	0.00	0.00	0.0062	0.0058	0.00	NO
13	0.00	0.00	0.00	0.0057	0.0057	0.00	NO
14	0.00	0.00	0.00	0.0050	0.0051	0.00	NO
15	0.00	0.22	0.22	0.0041	0.0042	0.22	NO
16	0.00	0.79	0.79	0.0031	0.0032	0.79	NO
17	0.00	1.49	1.49	0.0022	0.0022	1.49	NO
18	0.00	2.19	2.19	0.0013	0.0013	2.19	NO
19	0.00	2.89	2.89	0.0007	0.0007	2.89	NO
20	9566.33	2.06	1.71	0.0003	0.0002	0.00	NO
21	9566.33	5.67	0.00	0.0000	0.0000	5.31	YES
22	9566.33	7.76	0.00	0.0000	0.0000	8.11	YES
23	9566.33	9.89	0.00	0.0000	0.0000	10.25	YES
24	9566.33	13.45	0.00	0.0000	0.0000	13.62	YES
25	9566.33	18.62	0.00	0.0000	0.0000	18.62	YES

Tabel 63 Hasil  $P_{\text{actual}}$  Iterasi 2 Galian 13,5 m +  $\delta$  Strut 4 dan 9 m di Depan *Soldier Pile*

Kedalaman (m)	ks (t/m <sup>3</sup> )	$P_{H-o}$ (t)	$P_{H-max}$ (t)	$\delta_z$ (m)	$\Delta\delta_{21}$ (m)	$P_{\text{actual}}$ (t)	Spring Untuk Iterasi 3
13.5	0.00	5.45	5.45	0.0054	0.0053	5.45	NO
14.5	0.00	11.43	11.43	0.0046	0.0046	11.43	NO
15.5	0.00	12.13	12.13	0.0036	0.0037	12.13	NO
16.5	0.00	12.83	12.83	0.0027	0.0027	12.83	NO
17.5	0.00	13.53	13.53	0.0017	0.0017	13.53	NO
18.5	0.00	14.23	14.23	0.0010	0.0010	14.23	NO
19.5	9566.33	13.66	14.93	0.0004	0.0004	17.88	NO
20.5	9566.33	9.83	47.89	0.0001	0.0001	10.99	YES
21.5	9566.33	8.73	48.78	0.0000	0.0000	8.58	YES
22.5	9566.33	8.98	49.66	0.0000	0.0000	8.54	YES
23.5	9566.33	9.40	50.54	0.0000	0.0000	9.10	YES
24.5	9566.33	9.13	51.43	0.0000	0.0000	9.01	YES

**LAMPIRAN SPESIFIKASI *TRUCK MIXER* DAN  
*DUMP TRUCK***



### SPESIFIKASI *TRUCK MIXER*

Uraian		Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
<b>2c). <i>TRUCK MIXER</i></b>		(E49)			
Kapasitas drum		V	5,00	m <sup>3</sup>	
Faktor Efisiensi alat		F <sub>a</sub>	0,83	-	Lihat Tabel 1, Kondisi baik
Kecepatan rata-rata isi		v <sub>1</sub>	20,00	km / Jam	
Kecepatan rata-rata kosong		v <sub>2</sub>	30,00	km / Jam	
Waktu Siklus					
- mengisi	= (V : Q <sub>2</sub> ) x 60	T <sub>1</sub>	15,06	menit	
- mengangkut	= (L : v <sub>1</sub> ) x 60 menit	T <sub>2</sub>	26,18	menit	
- kembali	= (L : v <sub>2</sub> ) x 60 menit	T <sub>3</sub>	17,45	menit	
- menumpahkan dll		T <sub>4</sub>	2,00	menit	
		T <sub>s3</sub>	60,69	menit	
Kap. Prod. / jam = $Q_3 = \frac{V \times F_a \times 60}{T_{s3}}$		Q <sub>3</sub>	19,92	m <sup>3</sup>	
Koefisien Alat/m <sup>3</sup> = 1 : Q <sub>3</sub>		E49	0,2437	jam	

Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum, 2012

	Kode	Koefl
(E10)	V	

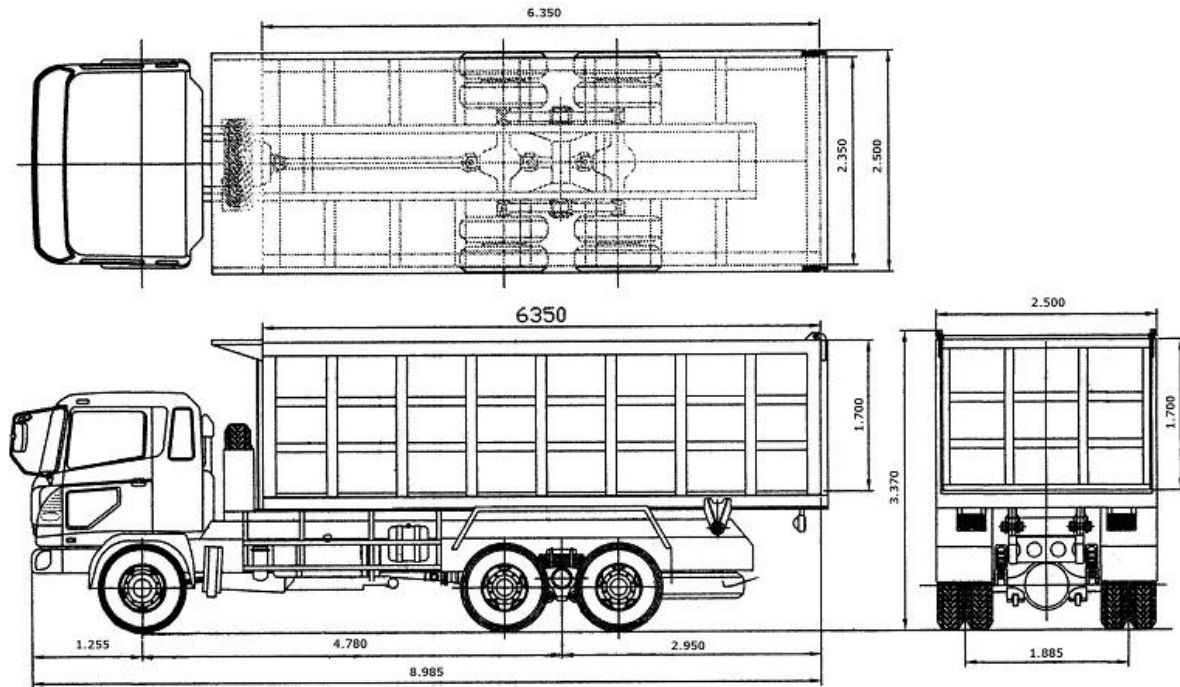
### III. PEMAKAIAN ALAT DAN TENAGA

### 1) ALAT

Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Keterangan
1a) <b>Excavator (E10)</b>				
Kapasitas Bucket	V	0,93	m <sup>3</sup>	
Faktor Bucket	Fb	1,00		
Faktor efisiensi alat	Fa	0,83		
Faktor konversi, kedalaman < 40%: 0,4 x 6,37 m = 2,55 m	Fv	0,90		Maksimum 6,37 m
Waktu siklus:	Ts1			
- Menggali, memuat	T1	0,320	menit	
- Lain-lain (wkt tunda dll)	T2	0,100	menit	
	Ts1	0,420		
Kap.Prod./jam : $= \frac{V \times F_b \times F_a \times 60 \times F_K}{T_{s1} \times F_v}$ $= \frac{0,93 \times 1,00 \times 0,83 \times 60 \times 1,20}{0,42 \times 0,90}$	Q1	147,03	m <sup>3</sup> /jam	
Koefisien Alat/M <sup>3</sup> = 1 : Q1 = 1/122,52	(E10)	0,008268	jam	

Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum, 2012

## SPESIFIKASI *DUMP TRUCK*



## **LAMPIRAN GAMBAR**

## **LAMPIRAN LEMBAR ASISTENSI**



Form AK/TA-04  
rev01

**PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS**  
**LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)**

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: PROF. IR. INDRASURYA B. MOCHTAR, MSC, PHD.
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: ULIN NUHA
<b>NRP</b>	: 0311144000037
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH YANG EFISIEN UNTUK BASEMENT ONE EAST RESIDENCE APARTMENT DENGAN MEMPERHATIKAN PROSES MOBILISASI MATERIAL
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 25 JANUARI 2018
<b>NO. SP-MMTA</b>	: 023772 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	4-05-'18	Panjang DPT melalui perhitungan manual	Lakukan percobaan mencari panjang DPT dengan plaxis	<i>Shn</i>
2.	7-05-'18	- Permodelan strut ↳ tidak menghasilkan deformasi = 0 - Defleksi > 5 cm .. ?	- Cari ketentuan mengenai defleksi iji → pengaruh rumah - Kenapa strut ≠ 0 .. ? - Cari tau SAP	<i>Shn</i>
3.	16-05-'18	Panjang DPT melalui SAP	Lakukan iterasi Pictal dan Pamin / Pamax	<i>Shn</i>
4.	23-05-'18	Permodelan strut dalam SAP, sendi ?	Strut dimodelkan setelah penggalan	<i>Shn</i>
5.	28-05-'18	Permodelan mencari defleksi DPT eksisting	Dimodelkan dengan iterasi Po sampai $\Delta S \approx 0$	<i>Shn</i>
6.	31-05-'18	Hasil defleksi DPT evaluasi dan rencana	Ground displacement → setelah strut	<i>Shn</i>
7.	4-06-'18	Hasil defleksi DPT	Buat permodelan sebelum dimasukkan & dan sesudah	<i>Shn</i>
8.	5-06-'18	Hasil defleksi DPT	Tunjukkan pengaruh defleksi setiap galian.	<i>Shn</i>
9.	6-06-'18	Hasil defleksi DPT	- Lanjut ke perencanaan soldier pile & secant pile - Diaphragm wall → BAB 14 (teori)	<i>Shn</i>



Form AK/TA-04  
rev01

**PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS**  
**LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)**

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: YUSRONIYA EKA PUTRI R. W. S.T, M.T
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: ULIN NUHA
<b>NRP</b>	: 03111440000037
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH YANG EFISIEN UNTUK BASEMENT ONE EAST RESIDENCE APARTMENT DENGAN MEMPERHATIKAN PROSES MOBILISASI MATERIAL
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 25 JANUARI 2018
<b>NO. SP-MMTA</b>	: 023772 / LT2.VI.4.1/ PP.09.02.00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	15-05-18	Proses perencanaan mobilisasi ... ?	⇒ Dilakukan setelah evaluasi + perencanaan DPT selesai	
2.	4-06-18	Alur mobilisasi dan proyek, dan pembagian pekerjaan mobilisasi	- Perencanaan mobilisasi material ↳ Galian : tanah ↳ DPT : beton cor - Buat notasi dalam proyek yang lebih jelas	
3.	8-06-18	Perhitungan produktivitas	Produktivitas → alur mobilisasi	
4.	2-07-18	Hasil proses mobilisasi	Kapasitas gunakan AHSP 2012	
5.	24-07-18	Kesimpulan dan gambar	Perbaiki penjelasan.	

## BIODATA PENULIS



Ulin Nuha,

Penulis dilahirkan di Gresik 14 April 1996, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di TK Aisyiyah Bustanul Athfal 1 (Gresik), SD Muhammadiyah 2 (Gresik), SMP Negeri 1 (Gresik), SMA Negeri 1 (Gresik). Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Gresik tahun 2014, Penulis mengikuti jalur masuk SNMPTN dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114 100 037.

Dijurusan Teknik Sipil, Penulis mengambil bidang studi Geoteknik. Penulis pernah aktif dalam organisasi dan kegiatan kemahasiswaan sebagai Sekretaris II BEM FTSP 2015-2016, Sekretaris I BEM FTSP 2017, Bendahara Divisi Khusus HMS FTSP 2016-2017, Koordinator Konsumsi CIVIL EXPO 2016, serta Bendahara CIVIL EXPO 2017. Penulis dapat dihubungi melalui *email* [ulin14nuha@gmail.com](mailto:ulin14nuha@gmail.com).



“Halaman ini sengaja dikosongkan”